

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

A CRÍTICA EPISTEMOLÓGICA À CIÊNCIA ECONÔMICA
POR NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN

FREDERICO RÖDEL BECKER

2014/1

FREDERICO RÖDEL BECKER

A CRÍTICA EPISTEMOLÓGICA À CIÊNCIA ECONÔMICA
POR NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Econômicas pela
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Paulo de Araújo

PORTO ALEGRE

2014

FREDERICO RÖDEL BECKER

A CRÍTICA EPISTEMOLÓGICA À CIÊNCIA ECONÔMICA
POR NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Econômicas pela
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovado em: 01 de julho de 2014.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Jorge Paulo de Araújo

Professor Dr. Eduardo Augusto de Lima Maldonado Filho

Professor Dr. Flávio Tosi Feijó

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a meus pais, Clarinto e Marlen, por todo amor, apoio e dedicação que investiram na minha formação, tanto acadêmica quanto pessoal.

Não poderia deixar de agradecer ao professor Jorge Araújo, meu orientador, pelo conhecimento, auxílio e disponibilidade durante a execução deste trabalho. Seu exemplo como profissional comprometido com o ensino de qualidade em uma universidade pública reforça a admiração pela atividade docente.

Há tantos anos estudando na Universidade, não poderia me furtar de agradecer a todos as pessoas que nela desempenham suas atividades, em especial os profissionais da biblioteca Gládis Wiebbelling do Amaral e os professores da Faculdade de Ciências Econômicas.

Agradeço, por fim, à minha namorada, Priscila, que, com seu carinho e singularidade, tem tornado tudo possível.

“Talvez o destino dos homens seja ter uma vida curta, mas impetuosa, uma existência excitante e vertiginosa, em vez de monótona e vegetativa. Deixemos outras espécies – as amebas, por exemplo – que não tem ambições espirituais, herdarem uma terra banhada de sol.”

Nicholas Georgescu-Roegen.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal analisar as contribuições do estatístico e economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen para a ciência econômica e suas implicações para o campo da teoria econômica. Buscando contextualizar os desenvolvimentos da física dos séculos XVII e XIX, será feita uma relação entre estes desenvolvimentos e a Revolução Marginalista observada no final do século XIX. Através de determinantes tecnológicos e políticos, também será realizada uma revisão da literatura da História do Pensamento Econômico quanto à abordagem da Economia no tratamento das questões ambientais. Mostraremos a formação do pensamento de Georgescu-Roegen quanto ao seu contato com o ambiente acadêmico norte-americano, suas contribuições à teoria do consumidor, e, posteriormente, sua ruptura com o pensamento neoclássico, com a formulação de uma abordagem própria da ciência econômica que considera os conceitos de entropia, aritmomorfismo e dinâmica evolucionária da economia.

PALVRAS-CHAVE: História do Pensamento Econômico Contemporâneo. Analogia Mecânica. Revolução Marginalista. Crítica Epistemológica.

CLASSIFICAÇÃO JEL: B20, B31, Q57

ABSTRACT

This study's main objective is to analyze the Romanian statistician and economist Nicholas Georgescu-Roegen's contributions to the economic science and its implications for the field of economic theory. Seeking to contextualize the developments of physics in the XVII and XIX centuries, a relation between these developments and the Marginalist Revolution observed at the end of the XIX century will be established. A brief revision of the literature of the History of the Economic Thought will also be done taking into account technological and political determiners, concerning the approach of Economics in the treatment of the environmental issues. We will show the formation of Georgescu-Roegen's thought in his contact with the North-American academic field, his contributions to the consumer theory and, afterwards, his rupture with the neoclassical thought, with the devising of an approach of the economic science which considers the concepts of entropy, arithmomorphism and evolutionary dynamics in economics.

KEY WORDS: History of the Contemporary Economic Thought. Mechanical Analogy. Marginalist Revolution. Epistemological Critique.

JEL CLASSIFICATION: B20, B31, Q57

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
CAPÍTULO 1 – CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NA FÍSICA MECANICISTA E O SURGIMENTO DA TERMODINÂMICA.....	10
1.1 Os precedentes mecanicistas	12
1.2 A abordagem termodinâmica do século XIX	14
1.3 Os conceitos de entropia e as leis da termodinâmica	17
CAPÍTULO 2 – A ABORDAGEM EPISTEMOLÓGICA DA CIÊNCIA ECONÔMICA E SEUS PRESSUPOSTOS EPISTEMOLÓGICOS	20
2.1 A fundação da Ciência Econômica e seus pressupostos epistemológicos.....	20
2.2 A abordagem econômica dos recursos naturais.....	27
CAPÍTULO 3 - A CRÍTICA EPISTEMOLÓGICA FORMULADA POR NICHOLAS GOERGESCU-ROEGEN E SEU IMPACTO SOBRE A CIÊNCIA ECONÔMICA	33
3.1. A formação de Nicholas Georgescu-Roegen.....	34
3.2. A abordagem entrópica da ciência econômica	40
CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS	50

INTRODUÇÃO

O objetivo principal deste trabalho será apresentar e relacionar o contexto científico do final do século XIX na formulação da teoria econômica neoclássica e as críticas realizadas pelo estatístico e economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen durante o século XX. Durante a Revolução Marginalista da ciência econômica ocorrida no final do século XIX, muitas influências originaram-se da física mecanicista. Apesar da relação entre a física mecanicista e a teoria neoclássica aparentar certo desgaste, nos propomos a analisá-la a partir das questões e colaborações formuladas por Georgescu-Roegen. Adicionalmente, será apresentada a abordagem que a ciência econômica buscou fornecer para o tratamento das questões relativas aos recursos naturais, que, conforme veremos, fazem parte da pesquisa do cientista romeno.

No presente trabalho a metodologia de pesquisa adotada será a revisão bibliográfica, sendo estruturado em três partes: no primeiro capítulo, será apresentada uma sucinta descrição do desenvolvimento da física mecanicista, partindo das elaborações do físico inglês Isaac Newton até a abordagem dos fenômenos energéticos abarcados na teoria termodinâmica do século XIX, com ênfase na exposição dos conceitos de entropia e nas leis fundamentais da termodinâmica. No segundo capítulo, será delineada uma história do pensamento econômico desde a publicação de *A Riqueza das Nações*, em 1776, por Adam Smith, até as contribuições dos economistas contemporâneos na primeira metade do século XX. Daremos realce às formulações quanto ao tratamento dos recursos naturais pela teoria econômica e quanto aos preceitos epistemológicos adotados em cada época nesta parte.

O terceiro capítulo, por fim, trata de apresentar as contribuições de Nicholas Georgescu-Roegen à ciência econômica, traçando um histórico de seu desenvolvimento intelectual e contextualizando suas formulações. Será enfatizada sua crítica epistemológica à ciência econômica, elencando os conceitos de aritmomorfismo, entropia e dinâmica evolucionária da economia.

A fim de conferir maior inteligibilidade ao texto, e buscando assegurar o significado das citações em língua estrangeira, optamos por mantê-las no idioma original, salvo quando figuram no corpo do parágrafo. Este trabalho foi atualizado a partir do Novo Acordo Ortográfico de Língua Portuguesa e respeita suas regras de escrita.

CAPÍTULO 1 – CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NA FÍSICA MECANICISTA E O SURGIMENTO DA TERMODINÂMICA

Com a publicação de *Princípios de Filosofia*, René DESCARTES (1644) apresentou um programa racionalista de pesquisa científica que propôs a redução de todos os fenômenos em objetos de estudos geométricos, em termos de extensões e movimentos matematizáveis. Aliando a geometria e a álgebra, fundou a geometria analítica, permitindo o desenvolvimento posterior do cálculo infinitesimal, que seria a base da física mecânica dos séculos XVII e XVIII. Além disso, considerou a realidade como sendo composta de corpúsculos de matéria, estas obedecendo a leis regulares e universais que determinariam suas interações em termos de posições e velocidades no espaço. Os conceitos formulados por Descartes revivem antigas especulações de ordem material da filosofia grega do século I a.C., como a constituição última da realidade física em átomos constituidores de toda forma sensível do universo.

Nesse cenário cartesiano, a materialidade do universo seria composta de partículas de vários tamanhos e formas em uma profusão de movimentos a diferentes velocidades, onde a interação das partículas seria definida por leis e regularidades compreensíveis pelo intelecto humano. Assim, a razão humana seria capaz de entendimento sobre a realidade, partindo de unidades analíticas e simplificadas em direção a uma maior complexidade de movimentos e posições das partículas, sempre obedecendo a princípios regulares e inteligíveis através da descrição matematizada da realidade.

Alguns conceitos formulados pelos físicos do século XVII tornaram-se pontos de apoio para questionamentos subsequentes: todo cientista da época via sua pesquisa, em algum momento, ser atravessada por conceitos como movimento, reação, pressão, temperatura, posição e corpos, por exemplo. No desenrolar destas investigações, os conceitos foram sendo testados, afirmados, refutados, incorporados e segregados, formando uma miríade de significados que exploravam mais a fundo os fenômenos observáveis e demandavam uma linguagem comum a todos os pesquisadores, dado que a pesquisa estava sendo publicada em diferentes línguas, trazendo à compreensão das ideias apresentadas uma dificuldade adicional em virtude da comunicação entre os cientistas.

Ao apresentar a realidade como redutível à análise matemática e geométrica, Descartes inovou a questão da comunicabilidade científica de sua época, pois todo conceito expresso

sobre a ciência poderia ser agora resultado de uma expressão matemática em que as dúvidas interpretativas seriam, se não eliminadas, ao menos minimizadas. Sobre isso, Isaac NEWTON (1687) definia o universo como sendo escrito em caracteres matemáticos. Desta forma, as abstrações de cunho filosófico, que não motivassem um avanço no saber científico, estariam gradualmente desconsideradas desta nova gramática científica, e toda ciência posterior seria assentada nestas premissas de redutibilidade analítica, descritibilidade matemática e gradual dissociação dos conceitos filosóficos subjacentes à formação das ciências.

Tal programa científico acabou por se tornar modelo às demais ciências, visto que contribuiu decisivamente para o aumento da produção econômica das sociedades, para a inovação tecnológica e para o desenvolvimento da própria ciência como formadora de princípios generalizáveis aos demais saberes científicos. Houve, desde a publicação de os *Princípios de Filosofia*, um enorme avanço da física, tanto como campo científico quanto como aplicação produtiva, tendo um impacto decisivo no processo de ruptura tecnológica observado na revolução industrial do século XVIII. A física mecanicista forneceu ao homem ferramentas de análise para compreensão e transformação de sua realidade, passando a incorporar ganhos produtivos em uma magnitude jamais vista na história.

No entanto, o caminho para a compreensão da realidade não foi isento de dúvidas quanto ao poder da ciência para a descrição dos fenômenos físicos: em muitos momentos, a própria ideia de formulação matemática parecia não ser suficiente para dar conta dos obstáculos com os quais os cientistas se deparavam. A questão da energia é um claro exemplo de que o programa de pesquisa mecanicista precisaria incorporar, ou ao menos desenvolver, alguns problemas de ordem ontológica para o entendimento da realidade física.

Assim, este capítulo objetiva: (1) apresentar os conceitos gerais da física mecanicista, (2) introduzir os conceitos de entropia e energia, que serão fundamentais para o surgimento da física termodinâmica do século XIX, e (3) contextualizar os principais desenvolvimentos da física no século XIX, visando sua posterior relação com o concomitante desenvolvimento da ciência econômica do século XIX.

1.1 Os precedentes mecanicistas

Os físicos dos séculos XVII e XVIII estavam envolvidos em um programa científico que lhes dava suporte em termos científicos para que sua produção intelectual não sofresse perturbações externas à sua agenda. A delimitação dos fenômenos físicos estava sendo estudada por toda Europa e, nesta época, grandes avanços científicos, metodológicos e tecnológicos podiam ser observados, impactando a sociedade e a própria pesquisa científica.

Nesta época, um trabalho fundamental para a física foi apresentado: em 1687, a obra *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural* foi publicado por Isaac Newton, revelando um conteúdo com descobertas inéditas, como a lei geral dos movimentos dos corpos (mais tarde definidas como Leis de Newton), que serve de fundamentação para a mecânica clássica, e a lei da gravitação universal, descrevendo e provando matematicamente as leis de Kepler, que haviam sido deduzidas através de observações. Além disso, nessa mesma obra, Newton faz uso do cálculo infinitesimal, inaugurando um extenso campo de aplicação deste ramo da matemática. Apesar de usar as deduções a partir do recém-criado cálculo infinitesimal, Newton não apresentou as notações de sua formulação matemática, as quais seriam definidas por Gottfried Wilhelm Leibniz (1684), através de uma publicação independente do trabalho desenvolvido por Newton.

Neste sentido, a mecânica newtoniana deduzia a partir de princípios regulares e definidos o comportamento de corpos dispostos no espaço:

(i) Princípio da inércia: todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar de estado através de forças aplicadas sobre ele;¹

(ii) Princípio fundamental da dinâmica: a alteração de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção de retilínea na qual aquela força é imprimida;²

(iii) Princípio da ação e reação: quando um corpo exerce uma força sobre outro, este reage sobre aquele com uma força de mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido;³

¹ MÁXIMO; ALVARENGA, 1997, p. 180.

² *Idem*, p. 234.

(iv) Lei da gravitação universal: “dois corpos quaisquer se atraem com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles”.⁴

Estes princípios, conhecidos com as leis de Newton, nortearam toda pesquisa da física do final do século XVII até metade do século XVIII, pois traziam de forma subjacente a crença de que seria possível explicar todos os movimentos terrestres e celestes a partir deles. No entanto, alguns desenvolvimentos posteriores à obra de Newton acabaram se estabelecendo a fim de realizar o intento da explicação universal da realidade. Uma destas adições à teoria mecânica newtoniana foi o princípio do menor esforço, formulado por Pierre-Louis de Moreau de Maupertuis, em 1744, que alegava que quando um corpo move-se entre dois pontos determinados, ele o faz através do caminho no qual a velocidade instantânea vezes um acréscimo infinitesimal na distância percorrida é minimizado. Este princípio evocava, segundo, o próprio Maupertuis, “uma prova da existência, sabedoria e eficácia de Deus” (MIROWSKI, 1989, p. 21).

A mecânica newtoniana foi ganhando generalizações e formulações mais robustas, graças, em parte, às contribuições de Leonard Euler, que fundamentou o uso dos princípios variacionais na mecânica, assim como estabeleceu as técnicas matemáticas do cálculo variacional (MIROWSKI, 1989). Outro matemático de destaque nessas contribuições foi Joseph Louis Lagrange que, com sua *Mecânica Analítica*, de 1788, trata de forma depurada os problemas analíticos da física newtoniana, fazendo com que seja esta considerada a primeira abordagem moderna da física mecânica de Newton, pois generaliza os princípios variacionais e permite uma interpretação mais refinada da física, dando importância à formalização e contribuindo para a utilização do instrumental matemático como guia para o estabelecimento de outras ciências (MIROWSKI, 1989).

Desde esta época, já é possível notar, nos programas de pesquisa sobre física, a predominância da matematização na literatura científica, além do método experimental como forma ideal de busca pela descrição do mundo. As tecnologias desenvolvidas entre os séculos XVI e XIX evidenciam o fato de que o tempo decorrido entre as invenções e descobertas realizadas na fronteira do conhecimento e a sua transformação em técnicas produtivas diminuía, fazendo uma ligação direta entre o campo de pesquisa da física (e outras ciências

³ *Ibidem*, p. 187.

⁴ *Ibidem*, p. 306.

correlatas, como a química e a medicina) e suas aplicações econômicas. Não causa espanto que muitos inventos de então passaram a ser demandados por uma sociedade cada vez mais centrada em reduzir os custos de suas atividades e aumentar a eficiência produtiva.

Esta ligação é mais clara nas aplicações da física ao maquinário que estava sendo inventado pelos cientistas: o caráter de pesquisador, neste sentido, misturava-se ao de engenheiro e industriário (notadamente na indústria carvoeira da Inglaterra), fazendo com que muitos dos pesquisadores não distinguissem a pesquisa mecânica do desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias. Aliás, a indústria extrativa de carvão é um exemplo notável: seus equipamentos, que em um primeiro momento eram brutos e extremamente ineficientes, passaram rapidamente a incorporar inovações tecnológicas provenientes de um novo ramo da física: a termodinâmica. Esse novo campo dedica-se principalmente ao comportamento da dinâmica entre temperatura, calor, pressão e volume de corpos, e viria a se tornar fundamental na compreensão dos macrofenômenos de conservação de energia e dinâmica entrópica, conforme veremos na seção seguinte.

1.2 A abordagem termodinâmica do século XIX

A confecção de máquinas que trabalhassem a partir de trocas de calor e pressão já era conhecida na história da física: a primeira bomba movida a vácuo que se possui registro data de 1650, quando o cientista alemão Otto von Guericke apresentou seu modelo de aspirador de pó a vácuo. A partir dela, diversas máquinas foram adaptadas e melhoradas, sendo a mais notável a bomba de ar dos ingleses Robert Boyle e Robert Hooke em 1656. Os avanços nos instrumentos de medição de temperatura e pressão forneceram aos cientistas meios de mensurar, compreender e relacionar as grandezas em questão, podendo estabelecer princípios e leis como a “constante PV ” (Pressão X Volume).

No século XVII e início do século XIX, a partir destas relações, pensou-se inicialmente que o calor assumiria a forma de um corpo fluido, interagindo através de corpos microscópicos que realizavam trocas de propriedades. No entanto, conforme os estudos térmicos progrediram, o entendimento de que o calor não era uma substância, mas uma forma de energia, foi sendo assimilada e fundamentada, contribuindo decisivamente para uma maior compreensão dos fenômenos termodinâmicos e possibilitando o desenvolvimento de novas técnicas produtivas, como os motores a vapor. Em 1824, o físico francês Sadi Carnot elaborou

alguns conceitos termodinâmicos incipientes sobre a relação de eficiência entre máquinas térmicas ideais. Essa preocupação de Carnot em aperfeiçoar os motores térmicos levou-o a criar uma máquina ideal, capaz de realizar trabalho a partir de calor, originando a chamada “máquina de Carnot”, que viria a fundamentar a Primeira Lei da Termodinâmica: em um sistema fechado (isolado), a energia total deste sistema é constante.

Esta Primeira Lei tem como precedente o princípio de conservação de energia, na qual trocas com o meio externo não são admitidas *a priori*, e na qual o fluxo interno de energia tende a um equilíbrio estável. Neste sentido, a física mecanicista teria a extensão de todo seu estudo baseado nesta Primeira Lei e, transcendendo esta abordagem fechada em direção a um princípio seguinte, a física termodinâmica postularia uma Segunda Lei Geral, afirmando que “[...] embora constante, a energia do universo está sempre passando, de forma irreversível e irrevogável, da condição de disponível para realizar trabalho a (condição) de não disponível para essa finalidade” (MUELLER, 2012, p. 484).

Já a Segunda Lei estabelece os princípios de uma constatação que os cientistas do século XVIII aprenderam experimentalmente: é impossível a criação de uma máquina (sistema) que possa transformar a totalidade da energia térmica em energia mecânica. Desde a inovadora máquina térmica criada pelo escocês James Watt, em 1770, o rendimento de uma máquina, em termos do combustível necessário para colocá-la em funcionamento em relação ao seu trabalho produzido, é objeto de análise: “as primeiras máquinas térmicas, inventadas no século XVIII, além de bastante precárias, apresentavam rendimentos muito baixos, isto é, consumiam grande quantidade de combustível para produzir trabalho relativamente pequeno” (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997, p. 615).

Como consequência desta impossibilidade da criação de uma máquina que transforme todo trabalho em calor, a teoria termodinâmica asseguraria que o rendimento de uma máquina térmica seria sempre inferior a 100%. Em 1850, o britânico William Thomson (mais conhecido como Lord Kelvin) atestou a impossibilidade da criação da máquina ideal de Carnot, reelaborando a Segunda Lei da termodinâmica nos seguintes termos: “É impossível construir um dispositivo que sem ação externa consiga transformar totalmente em trabalho o calor absorvido de uma fonte a uma dada temperatura uniforme” (BASTOS; RODRIGUES; SOUZA, 2011, p. 98). O mesmo Lord Kelvin ainda propôs uma lei “zero” da termodinâmica, relacionando a temperatura de corpos e a objetividade de suas propriedades térmicas. Com

esta lei precedente, Lord Kelvin correlacionaria objetivamente as escalas de medição de temperatura, originando a formulação de seu conceito de zero absoluto.

Durante a década de 1850, a física termodinâmica adquire o *status* de campo de pesquisa integrante da física tradicional e desvincula-se da tradição mecanicista. O físico alemão Rudolf Clausius, considerado um dos fundadores da termodinâmica, apresentou a Segunda Lei da termodinâmica de outra forma: “no universo, a entropia se move continuamente no sentido de um máximo” (MUELLER, 2012, p. 484). Ao tratar estas questões da física de forma mais abrangente e interpretativa, Clausius iniciou um processo de retomada dos problemas fundamentais epistemológicos do ato de fazer ciência após um período de intensa formalização e quantificação da física e relativo descaso com as suas fundamentações ontológicas, período este que foi chamado de “Sonho Laplaciano” por Philip MIROWSKI:

In the Laplacian Dream, science aspired to discover the single mathematical formula that described the entire world (or the universe, depending on the extent of the hubris). The only real difficulty with the use of such a formula would be the required collection of the staggering number of facts that characterize the system at a given point in time. It is of profound importance to note that the world, the subject of prediction, is assumed to be fully captured by the equation at any point in time, and therefore must be indifferent to the passage of historical time. The world retains its physical identity in any epoch, so transitions in time do not alter its essential properties. (MIROWSKI, 1989, p. 28)

A partir deste momento, o sentido fenomenológico do conceito de entropia obtém relevância nas teorizações sobre a dinâmica termoenergética na física, extrapolando seu campo originário de aplicação, fazendo com que, com sua extensa aplicabilidade e capacidade analógica, a Segunda Lei da termodinâmica frequentemente origine a interpretação de que entropia estaria associada ao grau de desordem de determinado sistema. Assim sendo, a fim de definir as ideias que operam dentro da termodinâmica, apresentamos a seguir uma hierarquização de suas leis e uma discussão acerca do conceito de entropia.

1.3 Os conceitos de entropia e as leis da termodinâmica

Na Segunda Lei da termodinâmica é possível observar conceitos fundamentais no entendimento da conservação e dissipação de energia: entropia, disponibilidade energética e irreversibilidade do sistema. Tais conceitos acabariam extrapolando o campo de estudo da física e relacionando-se com outras áreas do conhecimento, como química, biologia, ecologia e economia, entre outras, tamanha era sua abrangência e poder explicativo. Iniciaremos com a listagem das leis fundamentais da termodinâmica. A saber, são elas: Lei Zero da termodinâmica; Primeira Lei da termodinâmica; Segunda Lei da termodinâmica; Terceira Lei da termodinâmica; Entropia.

Lei Zero da termodinâmica: se dois corpos T^1 e T^2 estão isoladamente um do outro em equilíbrio térmico com um terceiro corpo, então T^1 e T^2 estão em equilíbrio térmico entre si;

Primeira Lei da termodinâmica: A energia do universo (sistema fechado) é constante (MUELLER, 2012), ou seja, tanto matéria quanto energia não podem ser criadas a partir do nada e tampouco destruídas, apenas sofrem transformações. Consequentemente, a transformação de matéria em energia tende à dissipação da energia e geração de resíduos.

Segunda Lei da termodinâmica: “[...] é impossível construir uma máquina térmica que, operando em ciclo, transforme em trabalho todo o calor a ela fornecido” (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997, p. 618), ou equivalentemente, a entropia em um sistema fechado sempre atinge um máximo, esgotando, neste ponto, as transformações possíveis. Como consequência desta lei, temos que matéria e energia dentro de um sistema perdem gradual e consistentemente a capacidade de serem reutilizadas (para fins de satisfação das necessidades humanas);

Terceira Lei da termodinâmica: Para temperaturas próximas de zero Kelvin, a variação de entropia tende a zero para todas as reações (BASTOS; RODRIGUES; SOUZA, 2011). Equivalentemente, pode-se dizer que em um sistema fechado, a entropia máxima somente será atingida quando, dado um intervalo de tempo, todas as interações possíveis entre os corpos forem realizadas, dissipando a energia de forma equânime e fazendo com que a temperatura do sistema seja localizada próxima a zero Kelvin.

Entropia: O conceito de entropia pode ser entendido como a medida de irreversibilidade de um determinado sistema. A entropia de um sistema fechado será sempre máxima quando este sistema atingir seu equilíbrio térmico, não sendo possível a realização de nenhuma transformação sem ação externa. A relação que a Segunda Lei da termodinâmica mantém com a entropia é direta: processos reversíveis ocorrerão até que o sistema como um todo atinja um ponto de equilíbrio, no qual não haja mais transformações possíveis.

Sobre estes conceitos e definições, a partir da metade do século XIX, a Física passou a sofrer com um problema epistemológico aparentemente simples ao assumir que o calor sempre passa de um corpo mais quente para outro mais frio. Essa afirmação demonstrava a relativa incapacidade da física mecanicista em lidar com processos irreversíveis, pois toda sua ciência apoiava-se em termos de processos reversíveis, fazendo uma distinção entre aqueles que mantinham o nível de entropia (irreversibilidade) e aqueles que a aumentavam. Conforme Andrei CECHIN (2010):

É possível, portanto, opor duas categorias de fenômenos: locomoção reversível e entropia irreversível. Os processos reversíveis são exceção na natureza, enquanto os processos irreversíveis constituem a regra. Ao passo que aqueles mantêm a entropia constante, estes a produzem. [...] Todavia, como a única maneira de agir sobre a matéria diretamente é puxando ou empurrando, e por isso não é difícil entender quando surgiu a termodinâmica, os físicos desdobram-se em esforços para reduzir o fenômeno do calor à locomoção. O resultado disso acabou sendo uma nova termodinâmica, conhecida como mecânica estatística. (CECHIN, 2010, p. 64)

Nesta nova abordagem dos fenômenos termodinâmicos, elaborada em seus termos fundamentais pelo físico austríaco Ludwig Boltzmann entre as décadas de 1870 e 1890, a relação entre os corpos era descrita em equações que se apropriavam de distribuição probabilística de suas posições, valendo-se de suposições sobre suas características, como velocidade média e trajetória. Ao final, obtinha-se uma formulação que tentava trazer a unidirecionalidade do tempo originada nas leis termodinâmicas (na forma de processos irreversíveis) para as equações físicas descritivas da realidade adotadas na física mecanicista. No entanto, sendo o calor também considerado uma forma de “locomoção energética” em nível atômico, estaria sujeito às leis da física mecanicista, tornando-o também passível de

trajetórias temporalmente reversíveis. Assim, chegar-se-ia a um estranho paradoxo que tornava a realidade do passado e do futuro também simultâneas e possíveis:

Como, na época de Boltzmann, as leis da física que afirmavam a equivalência entre passado e futuro eram aceitas como a expressão de um conhecimento ideal, objetivo e completo, ele teve de abandonar a ideia de direcionalidade do tempo. Com isso, acabou dizendo que o tempo é uma ilusão humana, ou seja, que o tempo é puramente uma convenção que os observadores introduziram no mundo e que não havia diferença entre passado e futuro. (PRIGOGINE *apud* CECHIN, 2010, p. 65)

A partir deste momento, a Física passa por um processo de ruptura com suas bases mecanicistas, incorporando os conceitos de entropia e unidirecionalidade temporal, além da radical mudança epistemológica ocasionada pela formulação da teoria da relatividade por Albert Einstein no início do século XX. Tais alterações faziam com que a física sofresse grandes mutações na descrição e investigação dos fenômenos, além de influenciar as demais áreas do conhecimento humano. Assim, não é de se estranhar que sua abordagem epistemológica sobre a forma de fazer ciência fosse sendo simulada em outras ciências, buscando sempre conferir um caráter de cientificidade e objetividade aos diversos campos de estudo. Conforme veremos, uma destas ciências influenciadas pela epistemologia da física foi a economia, objeto de análise de nosso próximo capítulo.

CAPÍTULO 2 – A ABORDAGEM EPISTEMOLÓGICA DA CIÊNCIA ECONÔMICA E SEUS PRESSUPOSTOS EPISTEMOLÓGICOS

A teoria econômica estabeleceu-se durante o século XIX com notáveis análises e fundamentações acerca do comportamento humano e da estrutura produtiva da sociedade. Ao adotar as premissas científicas cartesianas de análise isolada e aplicando-as à sociedade, foi criado um arcabouço de ferramentas e conceitos que originaram uma abordagem dos fenômenos sociais que abstraía o meio ambiente de seu objeto de estudo foram. Tal abordagem pendia entre dois extremos: ou a desconsideração das relações que o meio produtivo nutria com o ambiente maior no qual estava inserido, isolando-o da análise e tomando-o como um sistema fechado com relação ao meio ambiente; ou uma abordagem que considerava o meio ambiente como fornecedor ilimitado de bens e serviços para a espécie humana, tornando-o, portanto, irrelevante para fins econômicos. Expressar estas relações de troca com o meio externo ao sistema produtivo não caberia ao escopo da análise econômica, mesmo esta estando inserida em uma cadeia de inter-relações complexas. Haveria, então, algo de errado com a definição do objeto de estudo da ciência econômica ou a estrutura de pesquisa científica na qual estava inserida poderia ser modificada a fim de comportar a realidade observada?

Partindo desta questão, este capítulo tem como objetivos principais: (1) situar os preceitos epistemológicos da ciência econômica vigentes entre o final do século XVIII e o início do século XIX; e (2) apresentar resumidamente a abordagem adotada pela ciência econômica com relação aos recursos naturais e ao meio ambiente. Complementarmente, será traçado um paralelo entre a evolução da ciência econômica durante o século XIX e sua relação com a física mecanicista dos séculos XVIII e XIX.

2.1 A fundação da Ciência Econômica e seus pressupostos epistemológicos

A publicação, em 1776, de *A Riqueza das Nações*, por Adam Smith, é considerada a obra fundadora da disciplina econômica, inaugurando a escola clássica desta disciplina. No entanto, análises de cunho econômico datam de centenas de anos antes, chegando até a filosofia grega: nesta época, investigações sobre a natureza humana e os condicionantes

morais da riqueza eram intrinsecamente relacionados, como é possível perceber em escritos de Aristóteles, como *Ética à Nicômaco*, abordando o acúmulo de riquezas pelo homem. O autor faz uma importante distinção entre dois campos de análise ética: *oikonomía* seria o estudo acerca das relações éticas do homem com seus meios de subsistência e enriquecimento da comunidade no longo prazo, enquanto “crematística” seria o estudo dos determinantes do enriquecimento de curto-prazo visando o acúmulo material, sem muita repercussão no âmbito moral (DALY; COBB JR., 1994). Nesse sentido, todo estudo acerca da economia estaria diretamente relacionado ao estudo da ética.

O próprio Adam Smith era influenciado por esses conceitos gregos, pois muito de sua investigação relacionava o comportamento dos indivíduos no âmbito moral com suas relações sociais, haja visto sua obra de 1759, *Teoria dos sentimentos morais*, enfatizar justamente o papel desempenhado pela empatia e simpatia na motivação humana. Como fundamentação científica, Smith partilhava do espírito de sua época ao tratar as relações humanas como objeto de estudos próprios da filosofia, enquanto as humanidades, neste contexto, ainda estavam buscando estabelecer seus próprios campos de pesquisa apartados da filosofia, delimitando seus objetos de estudo. Assim, ao relacionar conceitos filosóficos às ações e às motivações econômicas, Smith aproximava sua análise de uma abordagem mais generalista, podendo esta ser considerada uma abordagem “aberta”, em contraste com as ciências exatas, como a física e a química que, nesta mesma época, presenciavam um grande desenvolvimento baseando suas pesquisas nos fundamentos cartesianos.

A revolução tecnológica em marcha, durante os séculos XVII e XVIII, fez o estudo das formas de acumulação de riquezas por parte dos estados voltar-se para as formas de incremento na produção industrial, notadamente para o contínuo aumento da produtividade fabril e absorção da mão de obra proveniente do campo. Estas duas variáveis da geração de riqueza assentavam-se sobre o fato da produção, até o final do século XVIII, dar-se, essencialmente, através da divisão do trabalho, visto que técnicas mais desenvolvidas só seriam aplicadas à indústria a partir de 1750, e, com maior vigor, no século seguinte. É por essa razão que a análise de Smith sobre o progresso econômico das nações centra-se sobre a divisão do trabalho: quanto maior a acumulação de capital por parte dos empregadores, maior a capacidade produtiva alocando mão de obra, gerando ampliação da produção, conseqüente ampliação do mercado disponível, incrementando ainda mais o processo de especialização econômica e da divisão do trabalho, em um processo que continuaria indefinidamente

enquanto, *per capita*, a produção fosse maior que o consumo, indicando algum excedente a ser apropriado e reinvestido pelos capitalistas.

Nesse ponto, Smith faz a ressalva de que a produção encontraria limitações quanto à dinâmica populacional neste processo: uma produção crescente estimularia a expansão do emprego de mão de obra, aumentando a população e pressionando o setor agrícola a produzir bens em maior número a fim de sustentar esta população crescente. Assim, o processo produtivo (cada vez mais urbanizado) estaria sujeito às limitações de disponibilidade de terras e produção de alimentos, ligando o progresso econômico ao meio ambiente. Conforme Charles MUELLER (2012):

Antecipando Thomas Malthus, Smith considerava que o tamanho máximo da população de um país era determinado pela capacidade da agricultura de alimentá-la. E aí residia a limitação imposta pelo meio-ambiente; as terras agricultáveis eram vistas como dadas, estabelecendo barreira ao aumento da produção de alimentos e, portanto, à expansão da população. [...] Com isso, cessaria o crescimento econômico – a economia atingiria a condição de estado estacionário. (MUELLER, 2012, p. 123)

A preocupação com relação à situação de interrupção do processo de progresso não era vislumbrada como uma imediata consequência na economia inglesa ao final do século XVIII. No entanto, o mérito de Adam Smith de apontar os condicionantes ao processo econômico situava o estado estacionário como possibilidade real, muito mais do que meramente teórica, mesmo que essa possibilidade estivesse bem distante da época vivida pelo autor. A geração seguinte de economistas clássicos abordaria a limitação do progresso pelos recursos naturais baseando-se na análise de Smith e aprofundando-a quanto às inovações tecnológicas aplicadas à economia, já evidenciando uma estreita relação entre os processos produtivos e a absorção do conhecimento científico originado pela evolução da física e da química em fins do século XVIII. Conforme indicado no capítulo anterior, a partir deste momento, os estudos sobre produção fabril e utilização de máquinas térmicas tornar-se-iam indissociáveis.

Os apontamentos realizados por Adam Smith sobre as limitações impostas ao progresso econômico pela escassez de recursos naturais eram cada vez mais absorvidas por estudos de teóricos e economistas. Thomas Malthus, com a publicação em 1798 de “Ensaio sobre a população”, deu continuidade a essas questões, abordando a relação entre a dinâmica

populacional e seu sustento através da crescente pressão à produção agrícola. Malthus, até então um obscuro clérigo do interior da Inglaterra, ganhou notoriedade por tratar o problema do sustento da sociedade a partir de um ponto de vista pessimista: atribuía à produção de alimentos uma taxa aritmética de crescimento, enquanto que a taxa de incremento populacional era regida por um fator exponencial, o que, em algum momento da história humana, viria a evidenciar-se de uma forma abrupta:

Essa desigualdade natural dos dois poderes, da população e da produção da terra, e essa grande lei da nossa natureza que deve manter constantemente uniformes suas conseqüências constituem a grande dificuldade, que a mim parece insuperável no caminho da perfectibilidade da sociedade. [...] Não vejo nenhuma forma pela qual o homem possa escapar da influência desta lei que impregna toda a natureza viva. Nenhuma igualdade fantasista, nenhuma norma agrária, no seu maior alcance, pode remover a sua pressão mesmo por apenas um século. E, por essa razão, a lei se mostra decisiva contra a possível existência de uma sociedade em que todos os membros viveriam em tranquilidade, prosperidade e num relativo ócio, e não sentiriam nenhuma angústia para providenciar os meios de subsistência para si e para seus filhos. Consequentemente, se as premissas estão corretas, o argumento é conclusivo contra a perfectibilidade do conjunto da humanidade. (MALTHUS, 1996, p. 247)

As forças que influenciavam o comportamento da dinâmica populacional e da produção de alimentos variavam desde observações sociais (restrições morais, métodos contraceptivos, guerras e abortos) até relações matemáticas entre a taxa de natalidade e mortalidade sobre uma determinada população. A exemplo de seus antecessores, Malthus herdou uma abordagem filosófica ao problema do crescimento populacional, seguindo a tradição empirista já empregada nas investigações de Adam Smith. No entanto, o autor adotou um ponto de vista extremamente pessimista sobre a situação social de sua época, em contraste com as visões otimistas sobre a produção industrial inglesa ao final do século XVII, tendo o enfoque malthusiano caído principalmente sobre as conseqüências da disseminação da pobreza urbana.

Muitas críticas foram feitas ao trabalho de Malthus, atacando tanto suas premissas como a lógica de seu argumento e suas conclusões, porém o debate acerca da insustentabilidade do crescimento populacional e o temor da superpopulação teve grande

repercussão, contribuindo para a formulação de ideias em outras áreas do conhecimento. Dentre as mais notáveis, destaca-se a influência para a formulação da teoria evolucionista de Charles Darwin, durante a década de 1850, e para o estabelecimento da estatística demográfica a partir da segunda metade do século XIX.

Outro economista que teve importância decisiva nas formulações sobre os limites do crescimento econômico foi David Ricardo, economista inglês que, ao lado de Smith, foi o principal pensador da escola clássica, abordando a influência do meio ambiente sobre a produção do mesmo modo que Smith: tomando-o como benévolo, passivo e neutro; sua importância ao processo produtivo não desconsiderada, mas a teoria relegava-o à posição de mero fornecedor de bens e serviços à sociedade. O foco da análise de Smith e Ricardo com relação ao meio ambiente era a consideração de que a economia poderia encontrar restrições em seu progresso. Em sua obra de 1817, *Princípios de Economia Política e Tributação*, Ricardo aborda a economia como um sistema diretamente influenciado pela disponibilidade de terras para a produção de alimentos e sua capacidade de sustentar uma população que serviria de mão de obra para a indústria urbana. A oferta de bens agrícolas influenciaria o preço dos alimentos e tenderiam a tornar o custo do emprego do trabalho mais oneroso, diminuindo a geração de lucros e o seu consequente reinvestimento no processo produtivo pelos capitalistas. Assim, a pressão exercida sobre uma base rígida de recursos naturais pelo aumento contínuo da base populacional traria retornos decrescentes no uso das terras, que encareceriam, em último grau, o custo da mão de obra, fazendo com que a economia tendesse ao estado estacionário.

Esse cenário de tendência de desenvolvimento econômico condizia com a situação vivida pela Inglaterra no início do século XIX, em que uma grande parcela da população começava a ocupar as cidades e demandava uma maior oferta de recursos naturais. Com base nisso, a escola clássica da economia considerava que o progresso técnico poderia temporariamente adiar o ponto em que a sociedade alcançaria o estado estacionário, incorporando uma maior produtividade na oferta de bens agrícolas, mas não negavam o caráter irrevogável da tendência àquele estado. Em algum momento futuro, as terras disponíveis esgotar-se-iam e isso reduziria o lucro dos capitalistas a zero, dividindo o produto da economia somente entre renda da terra (proprietários das terras ocupadas) e massa salarial (mão de obra industrial urbana).

Apesar de considerarem explicitamente a relação da economia com os recursos naturais, os economistas clássicos basearam suas investigações em bases mecanicistas, conforme pensamento científico de sua época:

[...] na análise das relações entre a economia e o meio ambiente a escola clássica adotou epistemologia mecanicista. Isso começou com Adam Smith; [...] e os demais economistas clássicos assumiram tais premissas. Todos viam o meio ambiente como neutro e passivo; as restrições que este imporia ao crescimento econômico decorriam apenas da disponibilidade de recursos naturais – notadamente de terras para agricultura. (MUELLER, 2012, p.125)

A partir destas contribuições, a economia passou a abordar uma série de problemas práticos, iniciando estudos mais aprofundados sobre a escassez e exaustão de certos recursos naturais. Exemplo disso é o livro *Princípios de Economia Política*, de 1848, em que o filósofo e economista inglês John Stuart Mill propõe a distinção entre a produção agrícola e a produção das minas: enquanto esta é basicamente definida através da exploração de um estoque determinado, mesmo considerando-se eventuais descobertas de novas jazidas de minérios, a produção agrícola é obtida através de uma relação de fluxo com o meio explorado, não podendo exceder determinada taxa de depleção sob a pena de destruir a fonte explorada (nesse caso, a terra). Sobre esta mesma questão Stuart Mill levanta o conceito de intertemporalidade na extração de minérios:

Another notable point in Mill's writing is that, for the first time, the idea that agriculture is fundamentally different from mining is discussed. He suggests that, unlike farming, mining is characterized by a trade-off between present and future productivity and this requires an optimal time profile in operation which involves a user cost. (KULA, 2003, p. 43)

Foi justamente tratando do aumento do preço do carvão extraído das minas inglesas que o economista inglês Stanley Jevons escreveu um tratado relacionando a demanda por este bem e assinalando a perigosa situação da extrema dependência de uma economia a um bem exaurível, trazendo novamente à tona a questão do estado estacionário:

I must point out the painful fact that a state of growth will therefore long render out consumption of coal comparable with the total supply. In the

increasing depth and difficulty of mining we shall meet that vague but inevitable boundary that will stop our progress. (KULA, 2003, p. 46)

A partir de trabalhos de pensadores como Stuart Mill e Jeremy Bentham, a ciência econômica se basearia em preceitos utilitaristas para o desenvolvimento de uma ciência fundamentalmente focada em análises subjetivas dos indivíduos. Tais abordagens trariam à economia um viés muito mais quantificável e associado ao avanço das ciências matemáticas observado nas décadas anteriores, possibilitando a eclosão da chamada Revolução Marginalista observada a partir da década de 1870. A “revolução” presente nesta denominação dá-se pelo aprofundamento das análises sobre a formação de preços de bens, deslocando o debate sobre a teoria do valor-trabalho para a teoria do valor-utilidade e conferindo à ciência econômica um caráter muito mais matematizável que as gerações anteriores de economistas, chegando a ser comparada a uma “matemática psíquica”, nas palavras do economista Francis Ysidro Edgeworth (MIROWSKI, 1984, p. 365).

Um dos principais contribuintes para esta mudança estrutural na abordagem da economia foi outro trabalho de Stanley Jevons, que em seu livro *Teoria da Economia Política*, de 1871, definiu o novo enfoque da ciência econômica:

As all the physical sciences have their basis more or less obviously in the general principles of mechanics, so all branches and divisions of economic science must be pervaded by certain general principles. [...] I have long thought that as it deals throughout with quantities, it must be a mathematical science in matter if not in language. [...] The Theory of Economy thus treated presents a close analogy to the science of Statical Mechanics, and the Laws of Exchange are found to resemble the Laws of Equilibrium of a lever as determined by the principle of virtual velocities. The nature of Wealth and Value is explained by the consideration of indefinitely small amounts of pleasure and pain, just as the Theory of Statics is made to rest upon the equality of indefinitely small amounts of energy. But I believe that dynamical branches of the Science of Economy may remain to be developed, on the consideration of which I have not at all entered. (JEVONS, 1965, pp. VII; XVII)

Juntamente com outros dois grandes formuladores das bases da escola marginalista na economia, o economista austríaco Carl Menger e o matemático Léon Walras, Stanley Jevons acaba trazendo efetivamente a construção epistemológica mecanicista para o corpo da economia, estabelecendo as bases para a escola neoclássica. Adotando estes pressupostos epistemológicos, a escola neoclássica deu seguimento ao estudo da economia como um sistema autocontido, ignorando a influência direta dos recursos naturais sobre o sistema produtivo. O desenvolvimento de modelos neoclássicos de crescimento e a abordagem da ciência econômica durante o século XX será objeto de estudo do próximo subcapítulo.

2.2 A abordagem econômica dos recursos naturais

Os modelos neoclássicos de crescimento econômico adotam a hipótese de independência entre o sistema produtivo e seu meio externo: apoiados em fatores endógenos da própria economia, como força de trabalho e capital disponível, estruturam suas pesquisas relegando a intrínseca relação entre os recursos materiais provenientes do meio ambiente e o sistema econômico em si. Adotam como caso especial a produção de externalidades (poluição, efeitos indesejados sobre o meio ambiente etc.) como uma consequência indireta dos processos produtivos. Tal pressuposto pode ser evidenciado pelo fato de que alguns dos principais manuais de teoria do crescimento econômico não fazem menção do meio ambiente: em Charles JONES (2000), por exemplo, a relação com recursos naturais só é exposta quando é abordada a origem dos modelos econômicos clássicos.

Fato evidente deste raciocínio é obtido ao analisar a contribuição de alguns dos sucessores da Revolução Marginalista da segunda metade do século XIX: o economista austríaco Eugen von Böhm-Bawerk, em fins do mesmo século, passa considerar a terra como um fator de produção ao lado do capital, rompendo com a tradição que remontava desde os conceitos produtivos clássicos de David Ricardo. A renda obtida tanto pelo lucro proveniente das minas quanto da renda da terra, deveriam ser tratadas da mesma forma, já que os fatores pertenciam à mesma classe de bens duráveis. Além disso, o fato de que um dado estoque de depósitos minerais poderia acabar, enquanto que a terra poderia permanecer produtiva sob condições apropriadas de manejo, não faria muita diferença, pois, em essência, ambas representariam um ganho pela produtividade na exploração da terra (KULA, 2003, p. 66).

Tendo a escola marginalista da economia focado no lado da demanda de mercado, basicamente nos fundamentos utilitaristas para a formação de preço, em contraposição à escola clássica que abordava a formação de preços a partir do lado da oferta, partindo da teoria do valor-trabalho, foi o economista inglês Alfred Marshall, com o lançamento de seu livro *Princípios de Economia*, em 1890, quem realizou uma síntese das duas visões, formando todo o arcabouço conceitual que é conhecido hoje como abordagem neoclássica da economia. Apesar de minimizar as contribuições recentes à época dos economistas marginalistas, considerava a utilização da matemática como método experimental de pesquisa, partilhando-a com a visão clássica de Smith, Ricardo e Mill no campo da economia.

A pesquisa de Marshall sobre os recursos naturais foi profícua e influenciou os demais economistas a partir dele: suas diferenciações de curto e longo prazo na abordagem da produção possuem uma ideia subjacente de inclusão da variável “tempo” na análise econômica, que até então havia sido pouco explorada. Além disso, a consideração de externalidades na avaliação das atividades econômicas abriu um novo campo de pesquisa, apesar deste autor somente considerá-las como sendo exclusivamente benéficas, fato que foi criticado e reconsiderado pelo economista inglês Arthur Pigou, em sua obra de 1920, *Economics of Welfare* (KULA, 2003), abordando também os custos decorrentes dos efeitos daquelas externalidades.

A partir da década de 1920, alguns economistas passaram a analisar mais detidamente o processo produtivo e seus impactos sobre o meio ambiente: no livro de 1920, Pigou deu continuidade à consideração marshalliana dos elementos não desejados, oriundos da produção de bens e serviços, que poderiam ser analisados sob o rótulo de “externalidades”, considerando-as como falhas de alocação e adotando como pressuposto a teoria microeconômica da produção. Ainda assim, elas eram tratadas como exceções dentro do processo produtivo, levando a crer que haveria, efetivamente, controle sobre o que é produzido, sem produção de resíduos de qualquer espécie em um mercado eficiente, além de considerar que a esfera de consumo destes bens também não deixaria resíduos. John Ise, por sua vez, publicou em 1926 um artigo tratando do consumo intergeracional de *commodities* que seria sustentável a longo prazo, mantendo fixa a taxa de consumo desses bens e tomando como pressuposto a manutenção das reservas de recursos naturais.

Inicialmente, este modelo poderia valer em uma economia de pequena escala, em que não há pressão sobre o estoque de recursos naturais. No entanto, a maioria das economias

desenvolvidas e uma grande parte das economias em desenvolvimento na primeira metade do século XX, começavam a ter problemas de acesso e produção de bens e serviços provenientes de fontes renováveis, aumentando a demanda por mercados estrangeiros que ofertassem tais produtos a um custo inferior, de certa forma confirmando a tendência estacionária da economia das análises dos autores clássicos feitas um século antes. Nesse cenário, o comércio internacional de *commodities* passou a representar parcela crescente das exportações de países em desenvolvimento, gerando pressão também sobre aqueles países que até então não sofriam com problemas relativos à degradação de seu meio ambiente.

Neste sentido, a falta dos recursos naturais no desenvolvimento da teoria neoclássica do crescimento, por exemplo, não se deve a uma intencionalidade dos economistas do final do século XIX: incursões teóricas foram feitas por diversos autores na tentativa de incluir os recursos exauríveis e não renováveis na teoria neoclássica sem, no entanto, desvencilhar-se das questões éticas concernentes ao ato de submeter o meio ambiente aos interesses econômicos. Tais questões, que estavam no cerne das preocupações teóricas da escola clássica, haviam sido paulatinamente afastadas do objeto de estudo da economia, com os desenvolvimentos teóricos da economia marginalista obtendo êxito em abordar o comportamento econômico dos agentes através de linguagem matemática e a busca por “leis” econômicas que efetivassem o domínio econômico partilhando do mesmo status científico das ciências exatas.

Um exemplo dessas incursões teóricas é citado por Guido ERREYGERS (2009):

[...] Lewis Cecil Gray (1913, 1914) had explored the economic aspects of resource conservation and exhaustion, at the same time drawing attention to difficult ethical issues that these involved, such as discounting and intergenerational justice. A much more formal treatment was given in a seminal article by Harold Hotelling (1931). Acknowledging that the “static-equilibrium type of economic theory which is now so well developed” was “plainly inadequate” to deal with exhaustible resources, he introduced a dynamic approach using the calculus of variations. (ERREYGERS, 2009, p. 265)

Harold HOTTELING, ao publicar em 1931 seu artigo “The economics of exhaustible resources”, aborda a questão da depleção de recursos como sendo de natureza analítica por

parte da economia, examinando o problema através das estruturas de mercados conhecidas pela teoria microeconômica: monopólio, concorrência perfeita e duopólio. No entanto, sua análise permaneceu relativamente esquecida até meados da década de 1960, quando o economista norte-americano Paul Samuelson revisa sua contribuição, citando-o como de extrema relevância na ciência econômica (ERREYGERS, 2009), no entanto, ironicamente, não pela inclusão da análise dos recursos exauríveis na teoria neoclássica, mas pelo desenvolvimento no uso do cálculo variacional e as derivações a partir dele sobre o comportamento dos agentes com relação ao preço e oferta destes bens ao mercado. Isso se deve, em parte, pelo seu uso inovador do cálculo variacional, pois, conforme notam Shantayanan DEVARAJAN e Anthony FISHER (1981), a negligência deste trabalho pode ser interpretada como um despreparo dos economistas daquela época com relação ao instrumental matemático usado, não muito comum nas publicações de periódicos acadêmicos até pelo menos a década de 1950. Outro fato notável foi a consideração de variáveis dinâmicas na teoria do crescimento, também mérito do artigo de HOTELLING (1931).

A partir da década de 1960, a teoria neoclássica acaba por estabelecer seu domínio no ambiente econômico acadêmico, especialmente no contexto norte-americano, evidenciando uma mudança no padrão da ciência econômica que vinha sendo pautada por um pluralismo científico desde o início do século XX, sendo formado principalmente por economistas de vertentes institucionalistas, keynesianas, neoclássicas e econometristas. O pluralismo científico aqui usado pode ser interpretado em um sentido positivo, “significando variedade, e esta variedade era evidenciada em crenças, em ideologias, em métodos e em recomendações políticas” (MORGAN; RUTHERFORD, 1988, p. 4, tradução nossa). Foi nesta época entre guerras que a economia norte-americana definitivamente tomou o lugar anteriormente destinado aos economistas europeus, proprietários de um estilo de fazer ciência que remontava à tradição de Smith e Ricardo: livros e manuais de economia com análises históricas e sociais aliadas ao instrumental matemático cederam espaço a artigos acadêmicos com linguagem matematizada e conteúdo eminentemente teórico.

Conforme Mary MORGAN e Malcolm RUTHERFORD apontam:

By the mid-twentieth century, economists were more likely to be enthralled by a turn in mathematics itself that viewed mathematics as a way of writing down consistent theories. Mathematics became the language for the expression of abstract and general theory rather than a tool for uncovering

and writing down true descriptions of the economic world. Thus at around the time the main body of American economists began to prefer the language of mathematics on defensive ground, the scientific role of mathematics was itself coming free of its connections to the scientific (economic) world. (MORGAN; RUTHERFORD, 1988, p. 19)

Se internamente à ciência econômica a teoria neoclássica vinha se impondo, fatos externos ao *modus operandi* da academia estavam exercendo pressão para que a teoria econômica passasse a reavaliar alguns de seus pressupostos, voltando sua atenção mais às demandas exteriores do círculo acadêmico: na década de 1960, a publicação de livros como *The Silent Spring*, por Rachel Carson, em 1962, que criticava o uso abundante de subprodutos químicos nas atividades agrícolas e *The Population Bomb*, publicado por Paul Ehrlich em 1968, que trazia à tona o antigo temor malthusiano da incapacidade de sustento para uma população em crescimento, vinham como uma sonora resposta a estudos publicados por economistas que questionavam o consenso estabelecido desde os economistas clássicos de que a os recursos naturais tenderiam a se tornarem escassos ao longo da história, baseando-se principalmente nos preços dos produtos agrícolas dos Estados Unidos desde a primeira Guerra Mundial. Em estudo de 1963, *Scarcity and Growth*, publicado por Harold Barnett e Chandler Morse, é considerado um marco por antecipar as discussões sobre o impacto da atividade econômica e as relações entre crescimento econômico e restrições ecológicas que viriam nos anos seguintes, mesmo que se baseando em um viés considerado otimista demais para a economia pós-guerra (ERREYGERS, 2009, p. 266).

Além disso, a publicação em 1972 de *The Limits to Growth*, um relatório do Clube de Roma (organização coordenada pela ONU que serviria de observatório das questões socioambientais) que acentuou a visão pessimista sobre sociedade, trouxe um aprofundado estudo sobre as restrições exercidas pelo meio ambiente sobre a atividade econômica, tendo sido liderado por um grupo de cientistas do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e fazendo uso de um modelo dinâmico computadorizado a fim de simular o futuro da economia mundial. De acordo com as conclusões do estudo,

[...] a continuação do crescimento demográfico e econômico nos padrões observados até o início da década de 1970 faria com que, em um prazo relativamente curto, fossem atingidos ou ultrapassados certos limites físicos, impostos pela restrição de recursos naturais e pela capacidade do meio

ambiente de assimilar a poluição e se regenerar. Em consequência, seria válido esperar que, antes de meados do século XXI, ocorreria profunda desorganização econômica e social, forte aumento de desemprego, acentuado declínio na produção de alimentos e níveis intoleráveis de degradação ambiental. (MUELLER, 2012, p. 132)

A repercussão do alerta proferido pelo relatório foi significativa na sociedade como um todo, fazendo com que diversos países e as Nações Unidas formassem estruturas institucionais capazes de levarem em conta os impactos da atividade econômica sobre o meio ambiente. Mesmo nos meios científicos, o relatório foi considerado em suas conclusões, ainda que as respostas tenham sido em tom de crítica aos pressupostos, mas foram sérias o bastante por expor a complexidade da questão da sobrevivência da sociedade humana. No entanto, no meio acadêmico econômico, a recepção foi de que “a obra não trazia nenhuma consideração relevante” (MUELLER, 2012, p. 133). No entanto, foi o suficiente para que chamassem atenção algumas análises econômicas contemporâneas ao estudo que também criticavam a relação “homem-meio ambiente”, contribuindo para o estabelecimento do ramo da ciência econômica conhecido como Economia do Meio Ambiente, dos quais derivam a Economia da Poluição e a Economia dos Recursos Naturais.

Apesar do estabelecimento deste novo campo de estudo, a abordagem epistemológica considerada ainda é proveniente da escola neoclássica, o que suscita críticas por parte de alguns economistas, destacando-se a publicação, em 1971, de *The Entropy Law and the Economic Process*, por Nicholas Georgescu-Roegen, que não só trazia uma crítica à tradição neoclássica da economia, mas aos pressupostos científicos implícitos na teoria econômica a partir da absorção da influência da física mecanicista sobre a epistemologia econômica desde meados do século XIX. As críticas e a abordagem dos fenômenos econômicos do ponto de vista de Georgescu-Roegen e um panorama da formação de seu pensamento como economista serão tema de nosso próximo capítulo.

CAPÍTULO 3 - A CRÍTICA EPISTEMOLÓGICA FORMULADA POR NICHOLAS GOERGESCU-ROEGEN E SEU IMPACTO SOBRE A CIÊNCIA ECONÔMICA

Nicholas Georgescu-Roegen foi um estatístico e economista romeno conhecido pela publicação, em 1971, de *The Entropy Law and the Economic Process*, obra responsável pelo desenvolvimento da crítica analítica e epistemológica à escola neoclássica quanto à desconsideração dos limites físicos à atividade humana. Fundador dos ramos da ciência econômica mais tarde conhecidos como Bioeconomia e Economia Ecológica, Georgescu-Roegen foi aluno de grandes matemáticos e estatísticos da década de 1920 e 1930, responsáveis pela fundação da econometria, além de estudar sob supervisão de Joseph Schumpeter, de quem sofreu grande influência, sendo creditado como o “único verdadeiro schumpeteriano” (BOBULESCU, 2012, p. 625). Por seu trabalho no campo da análise econômica, foi considerado por Paul Samuelson “o economista dos economistas” (CECHIN, 2010, p. 16) para mais tarde ser relegado ao ostracismo, pelo próprio Samuelson, por adentrar o obscuro campo da ecologia, fato que foi decisivo para o virtual desconhecimento de sua contribuição às gerações de economistas contemporâneos.

O presente capítulo procura abordar a trajetória formativa de Georgescu-Roegen, focando em suas críticas à economia neoclássica de cunho epistemológico, além de relatar as repercussões de seu trabalho sobre a ciência econômica na derradeira fase de sua vida. Para tal intento, o capítulo está estruturado em três partes: a primeira expõe a formação de seu pensamento como economista, tendo sofrido influência de diversos cientistas de variadas vertentes, além de discorrer sobre o período em que realizou levantamento de dados estatísticos sobre o comércio exterior em sua terra natal, a Romênia. A segunda parte descreve as principais críticas à teoria econômica no tocante à sua capacidade de lidar com os fenômenos humanos, enquanto a terceira parte descreve os impactos de seus estudos sobre a ciência econômica.

3.1. A formação de Nicholas Georgescu-Roegen

Nicholas Georgescu-Roegen nasceu em 1906 na cidade de Constanza, litoral da atual Romênia, banhada pelas margens do Mar Negro, onde cresceu tendo ensino primoroso em matemática, para a qual ele revelou ter facilidade e motivação desde cedo. Graduado em matemática pela Universidade de Bucarest, em 1926, continuou seus estudos em estatística no prestigiado Instituto de Estatística de Paris, concluindo seu doutorado em estatística no Collège de France, e continuando sua pesquisa em análise estatística de ciclos através do método de momentos com orientação de Karl Pearson no University College de Londres.⁵

Através da recomendação de Pearson, foi convidado pela Rockefeller Foundation, dos Estados Unidos, para uma bolsa de estudos de pós-doutorado, em 1933, porém, devido a seu trabalho em método estatístico com Pearson, não pode ir para Massachusetts até o outono de 1934. Sendo assim, ao chegar nos Estados Unidos, descobriu que o instituto na qual deveria prosseguir com seus estudos não mais existia, vítima da crise seguinte ao *crash* da bolsa de 1929. Desapontado com tal situação e indeciso se deveria retornar à sua terra natal ou tentar algo em Cambridge, acabou por seguir a instrução de seu amigo francês Albert Aftalion, e contatou outros pesquisadores, encontrando um grande estudioso do fenômeno dos ciclos, Joseph Schumpeter, à época totalmente desconhecido por Georgescu-Roegen.

Schumpeter, que durante este período estava redigindo seu livro *Business Cycles*, mostrou-se muito interessado nas habilidades matemáticas do jovem Georgescu e pretendeu utilizá-las em sua obra. Para tanto, apresentou-o ao economista russo Wassily Leontief e incentivou-o a estudar economia, iniciando seus estudos com outros proeminentes economistas do Rockefeller Center, como o do norte-americano Paul Sweezy, além daqueles que emigraram para os Estados Unidos como efeito da Segunda Guerra Mundial: Nicholas Kaldor, Oskar Lange e Fritz Machlup. Os debates entre os pesquisadores concentravam-se em economia matemática, ramo que, naquele momento, estava ganhando espaço nos círculos acadêmicos, fornecendo importante contribuição para a análise econômica. O intercâmbio intelectual desta época era intenso, chegando Georgescu-Roegen a encontrar-se com Henry Schultz, Harold Hotelling, Irving Fisher e até Albert Einstein no Instituto de Estudos

⁵ Os parágrafos seguintes baseiam-se fortemente no histórico contido em Roxana BOBULESCU, 2012, p. 626.

Avançados de Princeton, em Nova Jersey, além de participar de encontros na Cowles Foundation (IGLESIAS, 2009).

O período de 1934 a 1936 foi de intensa imersão nas teorias econômicas, sendo altamente influenciado pelas ideias de Schumpeter e questionando as premissas da teoria econômica neoclássica, notadamente a teoria do consumidor, que eram tacitamente aceitas por seus colegas. Sobre este período, o próprio Georgescu-Roegen declara:

This is how, quite intentionally, I met Joseph A. Schumpeter, the man who directly and through his writings was to have an even greater influence on my thinking than Karl Pearson. Every one of his distinctive remarks were seeds that inspired my later works. In this way Schumpeter turned me into an economist – the only one true Schumpeterian, I believe. My only degree in economics is from Universitas Schumpeteriana. (GEORGESCU-ROEGEN [1992, p. 130] *apud* BOBULESCU, 2012, p. 628)

A contribuição de Georgescu-Roegen para a teoria do consumidor deste período, considerada revolucionária por Schumpeter, foi feita através de quatro artigos, versando sobre produção, elasticidade, produtividade marginal e utilidade marginal, concluindo com o artigo de agosto de 1936 intitulado “The pure theory of the consumer’s behaviour”: “lidando com o problema da integrabilidade na teoria da demanda e produziu um resultado devastador na escola neoclássica” (SCREPANTI; ZAMAGNI, 2005; p. 469), sendo altamente elogiado por Paul Samuelson. Na sequência, Schumpeter quis escrever um manual de economia com a colaboração de Georgescu-Roegen, agindo para que a Universidade de Harvard ofertasse-o uma cátedra, o que efetivamente ocorreu, porém, para surpresa de Schumpeter, em 1937 Georgescu acabou por declinar o convite e partiu para servir sua pátria, retribuindo os anos de ensino aos quais ele havia tido, pelo que ele chamou de “dever de honra” (BOBULESCU, 2012, p. 629, tradução nossa).

No entanto, muito desse dever estava inflado pela desconfiança da solidez dos métodos matemáticos usados na economia, pois, para ele, a economia possuía caráter essencialmente histórico. Ao recusar tomar parte no projeto econômico schumpeteriano e retornar à Romênia, Georgescu-Roegen continuaria sendo alvo do assédio de Schumpeter para retomar sua pesquisa, através de numerosa correspondência, remetidas, porém, sem sucesso: as cartas enviadas seriam destruídas pelo severo regime comunista instalado em sua

terra natal, e Georgescu-Roegen acabaria por ocupar por mais de uma década um cargo burocrático em um departamento responsável pela coleta e análise de dados estatísticos sobre produção nacional e comércio internacional.

Neste período de doze anos de “hibernação intelectual” (BOBULESCU, 2012, p. 629, tradução nossa), contrastando com a efervescência em torno da pesquisa econômica dos anos anteriores, fez com que Georgescu tomasse contato com a realidade do comportamento humano, obtido da observação da realidade econômica de uma sociedade eminentemente agrária, como era a Romênia da época, e ofertasse a oportunidade de receber “duas leis econômicas fundamentais” (BOBULESCU, 2012, p. 632): o papel decisivo desempenhado pelas instituições na determinação da renda e a inadequação da estrutura econômica axiomática neoclássica na captura do comportamento humano, principalmente observando a relação dos camponeses romenos com os efeitos de uma alta desvalorização de sua moeda.

Sobre o primeiro aprendizado, Georgescu-Roegen começou a atentar para a realidade de escassez de recursos de uma economia periférica, sujeita a crises externas e de precária infraestrutura socioeconômica, incapaz de ser representada pela explicação geral do comportamento econômico apresentada pela teoria neoclássica, sem considerar as normas institucionais e costumes sociais:

In conditions of scarcity, income distribution is made not according to marginal pricing, but according to some institutional rules [...]. Even in advanced countries, we should note, the consumer is not guided only by a quantitative set of commodities as standard economics claims. Individual behavior is also affected by how one can realize one's want: work for a dollar, beg for it, or pick the cash register, actions judged according to the corresponding social matrix, not affiliated with a quantitative scale. (GEORGESCU-ROEGEN (1992, p. 134) *apud* BOBULESCU, p. 631)

Além disso, Georgescu-Roegen conclui que o comportamento individual dos agentes possui muitos determinantes institucionais impossíveis de serem associados a uma escala valorativa ou quantitativa, quanto mais se fazendo uso de modelos matemáticos, sendo muito mais prudente e viável tratá-los através de conceitos dialética.

Sobre a segunda lição aprendida durante este período, Georgescu-Roegen relata que, durante um plano econômico do governo romeno que previa intencionalmente a

desvalorização da moeda, a teoria econômica previa que os camponeses deveriam migrar seus ativos monetários para ativos reais, como imóveis e produtos agrícolas. No entanto, o fenômeno observado foi inverso: os camponeses desfaziam-se de seus bens para obterem moeda, em trocas cada vez mais desfavoráveis, rompendo com os pressupostos neoclássicos dos modelos matemáticos, notadamente o modelo de Arrow-Debreu, que generalizava um comportamento padrão para os agentes, visando evitar problemas de descontinuidade de funções que poderiam resultar em ausência de um ponto de equilíbrio: “[...] uma armadilha matemática infiltrou-se em muitos fatos econômicos. A economia da sobrevivência ou da subsistência foi relegada à periferia do pensamento econômico” (BOBULESCU, 2012, p. 632, tradução nossa).

Nesse sentido, em 1954, Georgescu-Roegen publica um artigo criticando a arbitrariedade do postulado da indiferença na teoria do consumidor neoclássica, na qual uma dada cesta de bens pode ser indiferente à outra para o agente maximizador de utilidade. No entanto, na ausência deste postulado, não há como construir o mapa das curvas de indiferença, pois as usuais propriedades esféricas (ou semiesféricas) das curvas não estariam presentes:

[...] Georgescu-Roegen showed that if consumer's preferences are lexicographic, the indifference curve does not exist. It is therefore impossible to construct a utility function from which to extract the familiar demand curve. [...] It is easy to see that with this kind of rankings, it is impossible to build an indifference curve endowed with the usual properties. In demonstrating the general case (with baskets containing n goods) Georgescu-Roegen was able to point out the “ordinalist fallacy” inherent in the neoclassical consumer theory: despite appearances, the ordinalist approach is not substantially different from the cardinalist, and therefore the movement from the latter to the former would not constitute a real theoretical advance, as Robbins and others had believed. (SCREPANTI, ZAMAGNI, 2005, p. 470)

A respeito das preferências lexicográficas, Georgescu-Roegen considera-as com propriedades qualitativas (BOBULESCU, 2012).

Ao deparar-se com estes fatos não contemplados na teoria econômica (ou desconsiderados na construção de modelos matemáticos) Georgescu passa a desenvolver interesse pela economia agrária, tendo publicado na década de 1960 dois livros sobre este

tema: *Economic theory and Agrarian Economics* (1960), e *The institutional aspects of peasant communities: an analytical view* (1965). Esta imersão em estudos sobre economia agrária acaba por depurar sua visão analítica da ciência econômica: “por que centrar em somente um componente estrutural de um processo, quando é sabido que existem diversos componentes?” (BOBULESCU, 2012, p. 633, tradução nossa).

Ao retornar para o ambiente universitário nos Estados Unidos, em 1966, protagonizou uma situação paradoxal: ao mesmo tempo em que a abordagem econômica estava sofrendo um processo de matematização crescente, ele próprio sendo um matemático estava em desacordo com esta corrente, tendo construído uma visão epistemológica particular da ciência econômica e desafiado os preceitos da abordagem da escola neoclássica. Fruto da gradual busca por parte dos economistas norte-americanos por se absterem de juízos morais por parte do desenvolvimento de suas teorias, uma clara consequência do macarthismo, os economistas passaram a ampliar o espaço dedicado às publicações que utilizavam técnicas matemáticas em sua exposição, influenciando diretamente o ambiente acadêmico:

The result of these pressures on those who remained was both to narrow the range of beliefs and to restrict the acceptable ways of expressing them. [...] Economics expressed in geometry, algebra, or numbers could be a good self-defense in the cold war days and pass muster in the classroom as well in the government. [...] The Cold War enforced, if it did not create, the trend toward economists offering professionally neutral, objective expertise, which contrasted strongly with the ethical, and strongly held, advocacy of the late-nineteenth-century professional economist. Even in their “evenhanded” mode, public statements of the late nineteenth century offered considerable political ammunition compared to the expert jargon and tool-kit style of postwar economics, which could be used to disguise theoretical content and ideology to the outside world. (MORGAN; RUTHERFORD, 1999, pp. 15-16)

Assim, o fator político presente na época do retorno de Georgescu-Roegen ao ambiente acadêmico norte-americano também contribuiu para um afastamento deste autor, pois ele era crítico da forma da utilização indiscriminada dos conceitos e técnicas matemáticas na economia: em sua concepção, a matemática aplicada à economia lida com conceitos aritmomórficos, isto é, unidades individuais de construtos teóricos que operam de

forma discreta, obedecendo à lógica aristotélica em que “A” e “não A” não podem ser verdadeiros simultaneamente. Esta concepção aritmomórfica estaria em contraste com os conceitos dialéticos, já que não há um “vácuo” conceitual separando-os, sendo mais adequado o uso de conceitos dialéticos em sua formulação. Para Georgescu-Roegen, os conceitos dialéticos aplicar-se-iam à ciência econômica, já que esta trabalha com conceitos que envolvem mudanças qualitativas, e não somente quantitativas, havendo um “limite para o que pode ser feito com números, como também haveria um limite para o que pode ser feito sem eles” (BOBULESCU, 2012, p. 636).

Para Georgescu-Roegen, um exemplo da má-utilização da matemática na economia seria a aplicação de conceitos aritmomórficos na teoria da produção neoclássica: a substituição capital/trabalho nesta teoria não leva em consideração que um uso mais intensivo de um fator torna o produto qualitativamente diferente, embora a função de produção incorpore apenas mudanças quantitativas em sua análise, o que reflete uma inconsistência lógica não das técnicas utilizadas para aferir a produção, mas das suposições adotadas na formulação da teoria. Fundamentalmente, as falhas metodológicas consistiriam em confundir dois tipos qualitativamente diferentes de processos produtivos: o agrícola e o industrial, para os quais Georgescu-Roegen apontou contradições com as leis físicas, criando uma teoria da produção que incorporasse os condicionantes naturais, físicos e dinâmicos, levando ao aumento de entropia no sistema, conforme predizem as leis físicas da termodinâmica. A estes dois tipos de processos produtivos, o autor aponta que:

Na manufatura, um processo pode, a princípio, seguir de maneira ininterrupta contanto que haja suprimento necessário de insumos. É por causa do sistema fabril que o homem conseguiu diminuir radicalmente o tempo necessário para fazer sapatos e roupas, mas em quase nada o tempo necessário para que o milho cresça ou para criar um animal doméstico. Apenas no sistema fabril é possível eliminar completamente os períodos de ociosidade dos fatores trabalho e capital. Já a produção agropecuária obedece ao ritmo sazonal em que a energia solar determina as condições climáticas em cada canto do planeta. (GEORGESCU-ROEGEN *apud* CECHIN, 2010, p. 79)

Apesar de já estar fora da sintonia paradigmática da época, agravada por uma antipatia política com relação às conclusões de seu trabalho, a década seguinte traria uma renovação

maior ainda em sua própria concepção da economia, praticamente isolando o acesso de Georgescu-Roegen ao ambiente acadêmico.

3.2. A abordagem entrópica da ciência econômica

A formulação de Nicholas Georgescu-Roegen a respeito da incorporação pela teoria econômica de transformações qualitativas que resultam em aumento de entropia marca um rompimento categórico com o modelo econômico neoclássico. De acordo com Andrei CECHIN:

Georgescu concordava com a definição de Alfred Marshall, para quem a economia é o estudo da humanidade nos negócios ordinários da vida. Rejeitava, portanto, que o escopo da economia fosse aquele definido por Lionel Robbins: como dados meios são alocados para satisfazer dados fins. Não se conformava com o dogmatismo na posição dos que defendem que o estudo do processo econômico é esse quebra-cabeça com todos os elementos dados. É uma visão muito restritiva do processo econômico, que ignora questões de como são criados novos meios, novos fins e novas relações econômicas. [...] O problema mais grave no tratamento da produção está em sua associação com um dilema de escolhas. A definição do escopo da economia como o estudo da alocação de meios escassos entre diferentes fins alternativos [...] tem consequências sérias para o tratamento da produção. Com os neoclássicos, o problema da produção passou a ser estritamente um problema da alocação ótima de fatores de produção. (CECHIN, 2010, pp. 71; 82)

Antes de tudo, Georgescu-Roegen discordava da epistemologia da economia, especificamente na questão dos limites a que a ciência econômica tratava o problema dos recursos naturais, suas implicações físicas ao meio ambiente e sua devida incorporação pelos modelos desenvolvidos. O caminho que sua crítica tomou a partir deste ponto foi sumário: sua pesquisa não mais pertenceria ao campo da economia, na opinião do *mainstream economics*.

Sua concepção de processo econômico seria distinta da concepção à época vigente de um modelo econômico mecânico e autoreprodutivo, que assumia um fluxo circular perpétuo

com consumo, seguindo em uma direção e produção em direção contrária, atingindo um ponto de equilíbrio em dado momento. De acordo com a formulação de Georgescu-Roegen, a atividade econômica degradaria cumulativamente o meio ambiente, gerando energia indisponível na forma de aumento de entropia no sistema, sendo o processo econômico interpretado como um processo de produção de entropia.

A transformação de energia de baixa entropia para energia de alta entropia é o fenômeno que caracterizaria a atividade econômica, pois o organismo (em substituição ao agente individual da teoria neoclássica) procura “manter sua própria organização, acelerando a marcha da entropia” (CECHIN, 2010, p. 85). Além disso, GEORGESCU pondera que:

The truth is that every living organism strives only to maintain its own entropy constant. To the extent to which it achieves this, it does so by sucking low entropy from the environment to compensate for the increase in entropy to which, like every material structure, the organism is continuously subject. But the entropy of the entire system – consisting of the organism and its environment – *must increase*. Actually, *the entropy of a system must increase faster if life is present than if it is absent*. [...] Practically all organisms live on low entropy in the form found immediately in the environment. Man is the most striking exception: he cooks most of his food and also transforms natural resources into mechanical work or into various objects of utility. Here again, we should not let ourselves be misled. The entropy of copper metal is lower than the entropy of the ore from which it was refined, but it does not mean that man’s economic activity eludes the entropy law. The refining of the ore causes a more than compensating increase in the entropy of the surroundings. Economists are fond of saying that we cannot get something for nothing. The entropy law teaches us that the rule of biological life and, in man’s case, of its economic continuation is far harsher. In entropy terms, the cost of any biological or economic enterprise is always greater than the product. In entropy terms, any such activity necessarily results in a deficit. (GEORGESCU-ROEGEN, [1973] 1980, p. 53, grifos nossos)

A esses aparatos que o homem fabrica e/ou utiliza e que não pertencem a sua constituição biológica Georgescu-Roegen chamam-se de instrumentos exossomáticos, em contraponto aos instrumentos endossomáticos, que seriam parte integrante da constituição

humana. De uma forma ampla, o processo econômico seria uma continuidade do processo biológico, e o homem utilizaria sua capacidade de produção de instrumentos exossomáticos a fim de extrair a mesma quantidade de energia de baixa entropia com um menor gasto entrópico de seu próprio organismo. Estendendo ainda mais a abordagem biológica, os instrumentos seriam parte da produção para serem obtidos mais instrumentos, criando uma cadeia evolutiva exossomática da humanidade. Como tal processo evolutivo gera novos meios, fins e relações econômicas, o estudo deste processo não pode realizar-se em bases analíticas mecânicas, impondo a utilização de conceitos dialéticos na análise do processo econômico (CECHIN, 2010). O processo de fabricação de tais aparatos também seria objeto de preocupação por parte da análise econômica, pois dentro dele também estariam presentes a questão da eficiência energética, abordada no primeiro capítulo de nosso trabalho, e a questão da produção de resíduos, parte da explanação do capítulo anterior.

Ao tratar a questão da eficiência energética, Georgescu diferencia dois tipos primários de fontes de energia: os estoques terrestres de minérios e energia, que são limitados e cujas taxas de extração são virtualmente ilimitadas (ou seja, se a humanidade desejar, poderia acabar com o seu estoque em poucos anos), e o fluxo de energia solar, que é quantitativamente ilimitado, mas extremamente limitado quanto à sua taxa de exploração (já que depende do fluxo de energia solar que chega ao planeta). Além disso, cabe ao conjunto da humanidade a decisão sobre o consumo intertemporal dos recursos minerais e energéticos em estoque, acelerando ou, pelo menos, adiando a sobrevivência da espécie humana. Como consequência política deste tipo de dilema intertemporal, já que a tendência da extração de recursos é decrescente, impõe-se que há um imperativo na redução da escala da economia, associando diminuição populacional e de estoque de capital: “[...] a ideia é que não bastará parar de crescer, ou mesmo estabilizar o fluxo de recursos naturais que entra na economia. A rigor, algumas economias do mundo já deveriam estar pensando na redução desses fluxos” (GEORGESCU-ROEGEN *apud* CECHIN, 2010, p. 87).

A respeito desta visão da economia, o teórico romeno aponta que foram determinantes, para a estruturação paradigmática de continuidade do crescimento econômico, duas ideias oriundas da física do século XIX: a analogia mecanicista e o referencial matemático de ciência. Muito além da “verificabilidade” científica das teorias formuladas a partir de critérios utilizados pelas *hard sciences*, parece haver certo fascínio metodológico sem a devida crítica epistemológica na apropriação de princípios derivados de outro campo científico para sua

incorporação na teoria econômica. Segundo Philip MIROWSKI, a Revolução Marginalista deveria ser chamada por um nome muito menos enaltecedor:

Once the parallels between mid-nineteenth-century physics and neoclassical economic theory are outlined, and its acknowledged that the progenitors themselves openly admitted them in their published writings, most would accept the thesis that the “marginalist revolution” should be renamed the “marginalist annexation”. (MIROWSKI, 1988, p. 20)

Esta aceitação por parte dos economistas neoclássicos de postulados científicos de outras áreas originou fenômeno que se perpetuou praticamente sem maiores ataques durante grande parte do século XX, tendo sofrido desenvolvimentos e variações, mas sem perda de seu conteúdo epistemológico fundador. Aqueles cientistas que realizaram algum tipo de crítica aos fundamentos mecanicistas da teoria neoclássica acabaram por seguir, basicamente, dois rumos: ou não foram devidamente compreendidos em sua época ou foram simplesmente defenestrados, caso este do autor romeno estudado. Também conforme MIROWSKI, a magnitude dessa dependência não havia sido objeto de análise profunda:

Neoclassical economists [...] have often appealed to the dignity of the scientific endeavor, without understanding what it entails, or why they felt justified in claiming privileged scientific status for their paradigm. Until Georgescu-Roegen, the extent of the dependence of modern neoclassical theory upon the physical metaphor had not been surveyed seriously. (MIROWSKI, 1988, p. 25)

Em 1976, com a publicação da coletânea de artigos *Energy and Economic Myths*, Georgescu-Roegen radicaliza sua análise dos fenômenos econômicos, voltando sua crítica tanto para a parcela de economistas que ignoram as leis termodinâmicas quanto para aqueles ambientalistas bem-intencionados. Ambos estariam dividindo a mesma crença dogmática de que a tecnologia poderia solucionar os problemas de sustentabilidade da espécie humana, sendo aí constatado um mito que a própria espécie humana teria criado para si: o caráter exossomático de sua existência não possui a prerrogativa de que a mesma energia poderia ser utilizada infindas vezes, contrariando as leis da termodinâmica.

Além disso, a reprodução material da humanidade produziria inevitavelmente resíduo, fenômeno físico geralmente prejudicial às formas de vida, aí obviamente incluída a espécie humana. Nicholas Georgescu-Roegen atentou para a análise dos efeitos da deterioração do meio ambiente através da produção de resíduos, já que “o acúmulo de poluição pode, sob certas circunstâncias, produzir a primeira crise ecológica séria” (GEORGESCU-ROEGEN *apud* CECHIN, 2010, p. 87, rodapé). O incremento no uso das fontes de energia e produção de resíduos teria um efeito cumulativo no ambiente, o que poderia ser analisado como um efeito intergeracional de produção, já que as gerações futuras teriam sua possibilidade comprometida de usufruir da mesma qualidade de vida das gerações presentes (que, por sua vez, tomaram a decisão de produção de seus meios de subsistência, e, conseqüentemente, de poluir o ambiente). Apesar de este apontamento ser tratado pela teoria econômica neoclássica (conforme vimos no capítulo anterior), no período pós-guerra a humanidade veria sua relação com o meio ambiente sofrer um estreitamento de perspectivas, pois numerosos eventos, como catástrofes naturais, crises de abastecimento e choques de preços de *commodities*, evidenciando o alerta de Georgescu-Roegen sobre a “primeira crise ecológica séria”, fariam com que as preocupações dos cientistas sociais comesçassem a atender externa à academia, denotando uma pressão política de alteração estrutural do programa interno de pesquisa destas ciências, mais notadamente a ciência econômica.

Mostrando sua descrença na “salvação” da humanidade através da tecnologia, Georgescu-Roegen pode ser considerado um pessimista ou, ao menos, um cético na sustentabilidade da espécie humana, pois o período no qual a política energética atual poderá sustentar-se sem bruscas alterações reduz-se à medida que o patamar de consumo total de energia se eleva. Ao abordar as relações existentes entre o estado estacionário da economia e as leis termodinâmicas em seu livro *The Steady State and Ecological Salvation: a Thermodynamic Analysis* (1977), o autor retoma toda a tradição da escola clássica ao abordar o tema, demonstrando, porém, uma preocupação com relação às reais alternativas políticas que o movimento ambiental propunha, pois não haveria um horizonte de tempo muito longo para que vários recursos minerais, atualmente utilizados pela sociedade, chegassem ao seu fim. Nessa mesma obra foi apresentada a formulação de Georgescu-Roegen de uma quarta lei termodinâmica: em um sistema fechado, a entropia deverá atingir um máximo ou toda matéria, em último grau, deverá tornar-se indisponível. Segundo Kozo MAYUMI (1995):

An equivalent formulation of the fourth law is more transparent: complete recycling is impossible in a closed system. On the basis of this formulation

he argued unflinchingly that the idea of sustainable development as well of the steady-state economy is imaginary. Even though his formulation is shown to be incompatible with the framework of thermodynamics, he is right in the sense that scarcity of mineral resources sets a limit on the survival of the human species on this planet. It is true that Nature has some highly effective recycling devices that work in high entropy situations, to reconcentrate matter. However, the economic processes depend not only on biological organs but also, to a much greater extent, on exossomatic organs. The snag is that we do not have any effective devices to recycle matter in bulk to maintain the structure of exossomatic organs: we have chosen to use mineral resources for which no smart recyclers exist. (MAYUMI, 1995, p. 264)

Com relação à tecnologia, Georgescu-Roegen não negava sua importância, porém não acreditava que ela pudesse substituir livremente recursos naturais por capital fabricado, pois estes não poderiam ser produzidos sem uma contrapartida adicional de recursos naturais, afirmando aquilo que o teórico chamou de “visão do Éden”: a assunção das teorias neoclássicas do crescimento econômico de que poderia haver uma substituição a longo prazo entre capital e recursos naturais, promovendo um “descolamento” do produto da economia com relação às suas fontes energéticas:

Isso que Georgescu chamou de Jardim do Éden pode ser considerado um mito de desmaterialização da economia. É a ideia de que a eficiência no uso da energia poderá desconectar o crescimento econômico do uso da energia e materiais, reduzindo o impacto ambiental para cada incremento adicional no PIB. (FOSTER *apud* CECHIN, 2010, p. 104).

Aliás, neste sentido, cabe ilustrar a extensão de tal influência paradigmática no pensamento econômico contemporâneo: o economista premiado com o Nobel em 2005 Thomas Schelling, em publicação de 1997, declara que muito pouco da economia seria perdida se a agricultura praticamente deixasse de existir:

Agriculture is practically the only sector of the economy affected by climate, and it contributes only a small percentage—three percent in the United

States—of national income. If agricultural productivity were drastically reduced by climate change, the cost of living would rise by one or two percent, and at a time when per capita income will likely have doubled. (SCHELLING, 1997, p. 9)

O imperativo do decrescimento econômico como resposta ao problema da finitude de recursos soaria como blasfêmia à teoria econômica neoclássica, já que seria totalmente contrassensual ao paradigma estabelecido. Aliás, não só à teoria econômica neoclássica: nenhum manual conhecido de teoria econômica havia proposto algo semelhante. Georgescu, apesar de severo crítico da ciência econômica, apresenta, em seu livro *Energy and Economic Myths*, algumas proposições normativas para um caminho mais sustentável do crescimento econômico chamado pelo próprio de “programa bioeconômico mínimo”:⁶

- 1) A proibição da produção de todos os instrumentos bélicos;
- 2) Os países subdesenvolvidos deveriam receber apoio para chegarem mais rápido o possível a uma boa qualidade de vida;
- 3) A humanidade deveria reduzir gradualmente sua população a um nível que possa ser sustentada apenas por agricultura orgânica;
- 4) Até que a energia solar ou o processo de fusão nuclear seja viável e generalizado, todo desperdício deveria ser evitado, e, se necessário, estritamente regulado;
- 5) A espécie humana deveria curar-se do desejo por bens supérfluos, assim como livrarem-se do consumismo. Se os consumidores pudessem readequar seu padrão de consumo, e, com isso, reeducar os produtores, o foco da produção seria direcionado à durabilidade;
- 6) Relacionado ao ponto anterior, é necessário que os bens duráveis sejam feitos ainda mais duráveis e que sejam criados para serem consertáveis, ao invés de substituíveis;
- 7) É necessário perceber que um importante pré-requisito para uma boa vida é uma quantidade substancial de lazer desfrutado de uma maneira inteligente.

⁶ Estas proposições foram baseadas fortemente nos seguintes autores: CECHIN, 2012, pp. 210-11; DALY, 1980, pp. 73-74.

Georgescu-Roegen sabia que estaria causando polêmica no ambiente acadêmico ao sugerir tais proposições, ainda mais ao sugerir, em evento ocorrido em 1973 no lançamento do manifesto *Towards a Human Economics*, que os economistas saíssem de seu isolacionismo e conversassem mais e de forma mais aberta com especialistas de outras áreas, a fim de assumirem efetivamente seu papel nos rumos políticos da humanidade. O autor afirmava que o crescimento econômico, baseado em produção e consumo, deveria ceder espaço aos ideais de sustentabilidade e justiça social.

Tal percepção sobre o fenômeno do desenvolvimento econômico, que foi considerada radical na época de sua afirmação, hoje é confirmada pelas políticas sugeridas por diversas instituições internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), atestando o caráter visionário da contribuição de Georgescu-Roegen. A questão da continuidade das espécies e a percepção da finitude dos recursos materiais mostra-se como um dos principais desafios impostos à sociedade humana no século XXI, demonstrando a atualidade das discussões e o legado das contribuições do teórico romeno.

CONCLUSÃO

O legado do trabalho de Nicholas Georgescu-Roegen estende-se por diversos campos da ciência econômica: ele é considerado o fundador da Economia Ecológica (ou Bioeconomia), ramo multidisciplinar que estuda a evolução conjunta de sociedades econômicas e os ecossistemas ao longo do tempo, além de contribuir para a teoria da escolha, no tocante aos tópicos de teoria do consumidor, teoria da produção e teoria dos ciclos econômicos. Suas críticas vêm gradualmente sendo estudadas com mais apreço, pois ganhou relativa popularidade ao final de sua vida, no início da década de 1990, ao ver seu conceito de decrescimento econômico difundir-se entre estudantes europeus de vertente mais socialista.

No entanto, para um cientista que foi considerado o “economista dos economistas” por ninguém menos do que Paul Samuelson (prêmio Nobel, à época um dos maiores economistas em atividade) no prefácio de seu livro *Analytical Economics*, de 1966, para em pouco mais do que alguns anos ser limado do debate acadêmico, Nicholas Georgescu-Roegen sofreu as consequências políticas da contestação do *status* científico de uma ciência estabelecida. Apesar de realizar críticas tanto a partir de uma visão internalista da ciência, questionando os postulados da teoria econômica neoclássica, quanto externalista, debatendo o isolacionismo dos economistas em seu ambiente acadêmico, grande parte de sua produção científica não foi levada em consideração durante a época de sua publicação.

Nosso objetivo principal com este trabalho (apresentar e relacionar o contexto científico do final do século XIX na formulação da teoria econômica neoclássica e as críticas realizadas por Nicholas Georgescu-Roegen) passa por uma série de determinantes históricos, científicos e culturais, totalizando relações que normalmente não pertencem ao escopo da ciência econômica, mas que, no entanto, o economista, ou outros cientistas sociais, não deveriam furtar-se de tentar descrever e compreender. A reflexão do cientista social, e aí, definitivamente, inclui-se o economista, cada vez mais o orienta não só para o desenvolvimento do conteúdo de sua prática, mas para a prática de seu conteúdo, resgatando as questões morais que tão bem ajustadas estavam à atividade do economista nas origens do pensamento econômico. Como assinala Philip MIROWSKI, a respeito da utilização da metáfora mecânica na teoria econômica:

A filosofia da ciência é importante porque ela indica onde começar a busca por explicações aceitáveis da adoção da metáfora física. Deveríamos procurar no nível da motivação pessoal ou das tendências estruturais? Deveríamos procurar inadequações empíricas ou falhas lógicas, ou influências intelectuais menos rígidas? Questões como essas dão origem a um programa de pesquisa, que poderia ser executado em muitos níveis diferentes: o nível dos motivos pessoais, o das influências individuais, o dos interesses de classe, o da sociologia da profissão, o dos cânones do empiricismo, o do *status* dos programas de pesquisa alternativos e o das predisposições metafísicas na cultura mais geral. (MIROWSKI, 1984, p. 22).

Ao abordar o caso específico das críticas realizadas por Georgescu-Roegen, vislumbra-se o fato de que a ciência econômica estrutura-se muito além do que os manuais introdutórios apresentam: às teorias formuladas nem sempre seguem o critério da aderência à realidade, por motivações que não são explícitas ou tampouco convencionadas. Os determinantes externos à ciência, por vezes, desempenham papel fundamental na legitimação da epistemologia de cada campo da ciência e, no caso específico da ciência econômica, sua complexa relação com o ambiente político e moral de ação do ser humano leva a crer que o projeto de uma “asepsia” da ciência não pode ser levada à cabo, pelo menos sem correr o grande risco de apropriação por interesses diversos aos quais se propõe.

Há fatores não mensurados para considerar variáveis importantes para ciência econômica, como procuramos demonstrar ao longo deste trabalho, que ficaram relegadas, consciente ou inconscientemente, ao longo do tempo. A geração de novos *insights* de pesquisa no campo da história do pensamento econômico tem a relevância de, em um nível pessoal, motivar a continuidade de estudos que possam contribuir para o entendimento de uma atividade humana tão complexa e rica quanto são as relações econômicas.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Antonio C. L. M.; RODRIGUES, Elizabeth M. S.; SOUZA, José Pio I.de. *Físico-Química*. Belém : UFPA, 2011.

BOBULESCU, Roxana. The making of a Schumpeterian economist: Nicholas Georgescu-Roegen. In: *European Journal of the History of Economic Thought*, 19:4, August 2012, pp. 625-651.

CECHIN, Andrei. *A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen*. São Paulo: EDUSP/SENAC SP, 2010.

DALY, Herman; COBB, John. *For the Common Good: redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future*. Boston: Beacon Press, 1994.

DESCARTES, René. *Princípios de Filosofia*. São Paulo: Nova Cultural, [1644] 2000.

DEVARAJAN, Shantayanan; FISHER, Anthony C. “Hotelling’s Economics of exhausting resources: fifty years later”. In: *Journal of Economic Literature*. v. 19, Issue 1 (Mar, 1981), pp. 65-73. Disponível em: <http://msl1.mit.edu/classes/esd123/2003/bottles/hotelling_50_years_later.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2014.

ERREYGERS, Guido. “Hotelling, Rawls, Solow: how exhaustible resources came to be integrated into the neoclassical growth model”. In: *History of Political Economy*. v. 41, Annual Supplement, 2009, pp. 263-281.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. *Economics, ecology, ethics: essays toward a steady-state economy*. San Francisco: W.H. Freeman Co, [1973] 1980.

HOTELLING, Harold. The Economics of Exhaustible Resources. In: *The Journal of Political Economy*, 1931, vol. 39, issue 2, pp. 137-175.

IGLESIAS, Samuel Lee. *The Miscommunications and Misunderstandings of Nicholas Georgescu-Roegen*. Honors Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for Graduation with Distinction in Economics in Trinity College of Duke University. Duke University: Durham, North Carolina, USA, 2009

ISE, John. "The Theory of Value as Applied to Natural Resources". In: *American Economic Review*, 1926, XV: pp. 284-291.

JEVONS, Stanley W. *The Theory of Political Economy*. New York: Bookseller, 1965.

JONES, Charles I. *Introdução à Teoria do Crescimento Econômico*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

KULA, Erhun: *History of environmental economic thought*. London/Canada/New York: Taylor & Francis e-Library, 2003.

MALTHUS, Thomas. "Ensaio sobre a população". In: *Princípios de Economia Política: ensaio sobre a população*. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

MARSHALL, Alfred. *Princípios de Economia*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. *Curso de Física*. São Paulo: Scipione, 1997.

MAYUMI, Kozo. "Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994): an admirable epistemologist". In: *Structural Change and Economic Dynamics* 6 (1995), pp. 261-265.

MILL, John Stuart. *Princípios de Economia Política, com algumas de suas aplicações à Filosofia Social*. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

MIROWSKI, Philip. *Against mechanism: protecting economics from Science*. Boston, Rowman & Littlefeld Publishers, 1988, pp. 41-42.

_____. "Física e a Revolução marginalista". In: *Cambridge Journal of Economics*. v. 8, dezembro de 1984, pp. 361-379.

_____. *More heat than light: Economics as Social Physics, Physics as Nature's Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

MORGAN, Mary S.; RUTHERFORD, Malcolm. American Economics: the character of the transformation. In: *History of Political Economy*. 30 (Supplement), 1998, pp. 1-26.

MUELLER, Charles. *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: Editora UnB, 2012.

NEWTON, Isaac. *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural*. São Paulo: Nova Cultural, [1687] 2005.

PIGOU, Arthur Cecil. *The Economics of Welfare*. London: Macmillan and Co., 1932.

RICARDO, David. *Princípios de Economia Política e Tributação*. São Paulo: Abril Cultural, [1817] 1982.

SCHELLING, Thomas C. “The Cost of Combating Global Warming”. *In: Foreign Affairs*. Volume 76, Number 6, 1997.

SCHUMPETER, Joseph. *Teoria do Desenvolvimento Econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SCREPANTI, Ernesto; ZAMAGNI, Stefano. *An Outline of the History of Economic Thought*. New York: Oxford University Press, 2005.

SMITH, Adam. *A riqueza das nações*. São Paulo: Nova Cultural. 1988.

_____. *Teoria dos sentimentos morais*. São Paulo: WWF Martins Fontes, 1999.