

XI ECOECO

VII Congreso Iberoamericano
Desarrollo y Ambiente

XI ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO
Araraquara-SP - Brasil

ALTERNATIVAS AO REDUCCIONISMO CIENTÍFICO: O MÉTODO DA ANÁLISE MULTI-ESCALAR INTEGRADA

Marcos Henrique Godoi (UNICAMP) - marcos_h_godoi@hotmail.com
Doutorando em Desenvolvimento Econômico na Universidade Estadual de Campinas

RESUMO

Este trabalho apresenta uma crítica a análise econômica neoclássica da problemática ambiental e da sustentabilidade, focando no aspecto reducionista desta abordagem como o maior empecilho para produzir análises adequadas do problema, e conseqüentemente, para propor soluções efetivas. Uma vez consideradas as falhas da abordagem neoclássica da economia do meio ambiente, propõe-se como alternativa viável não-reducionista a metodologia *Multi-Scale Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism* (MuSIASEM). Esta metodologia permite analisar a viabilidade e a sustentabilidade de padrões de metabolismo de sistemas sócio-econômicos em diferentes níveis de escala como: a performance de atividades sócioeconômicas em várias escalas (unidades de produção agrícola, setor agrícola, território, estado e país, por exemplo); as restrições ecológicas, por meio da análise da interferência do metabolismo dos fluxos de matéria e energia decorrente das atividades humanas no padrão esperado do metabolismo de matéria e energia dos ecossistemas naturais auto-organizáveis.

RESUMO EXPANDIDO

Dentre os vários problemas que surgiram em função do crescimento econômico ocasionado pela revolução industrial, a questão do desenvolvimento sustentável é uma das mais visíveis no debate recente. A ideia de sustentabilidade se tornou, nas últimas décadas, uma virtual unanimidade, comparável a ideia de justiça (VEIGA, 2005).

Como a maioria dos subsistemas do planeta responde de forma abrupta e não-linear aos impactos que sofrem, especialmente quando envolve certas variáveis-chave, estas mudanças abruptas podem ser extremamente danosas ao ser humano. Enquanto alguns destes subsistemas possuem indicadores claros de seus limites, isto não é verdade para vários casos, e a própria ação humana pode afetar a resiliência dos ecossistemas reduzindo estes limites (ROCKSTROM *et. al.*, 2009). Para lidar com essa realidade complexa e de dinâmica não-linear, precisamos de um arcabouço teórico adequado. Este trabalho busca fazer uma análise das teorias já utilizadas dentro da *mainstream* (seção 2) e propor uma metodologia de análise que busca superar as limitações desta ciência econômica ao lidar com a realidade complexa dos ecossistemas (seção 3). Após estas, segue uma seção de considerações finais.

A teoria econômica neoclássica se fundamenta nos princípios do utilitarismo, individualismo metodológico e equilíbrio (mecanicismo), resultando em uma racionalidade dos agentes de maximização da utilidade individual que os leva ao uso ótimo no uso dos recursos (AMAZONAS, 2002). Devido a essas características, podemos classificar a abordagem neoclássica da problemática ambiental como uma abordagem cientificamente reducionista.

O reducionismo científico é a tentativa de reduzir o comportamento de sistemas ao comportamento de suas partes, sem considerar suas interações sistêmicas (BERTALANFFY, 2008). Para lembrar uma fórmula muito utilizada, o reducionismo é a negação de que o todo seja maior do que a soma das partes.

Muitas das falhas identificadas na abordagem neoclássica da economia do meio ambiente derivam de seu reducionismo. Para explicitar o reducionismo científico da economia neoclássica, pode-se recorrer a dois dos pressupostos utilizados por Lavoie (2006) para definir a economia neoclássica: individualismo metodológico e racionalidade substantiva. A partir destes dois pressupostos, é possível entender o caráter reducionista da teoria ambiental neoclássica. Ao se pensar a economia como um sistema atomístico, na qual o comportamento de cada agente não influencia o comportamento de outro (a não ser pelos mecanismos de preço no mercado) e que cada agente pode prever adequadamente o futuro com base nas informações fornecidas pelo mercado (por meio dos preços), a economia pode facilmente se tornar ecologicamente sustentável, bastando para isto que haja as informações certas, expressas pelos preços. Daí decorre a valoração

ecossistêmica como solução para os problemas ambientais, que busca precificar adequadamente os serviços ecossistêmicos de forma a atingir posições de equilíbrio sustentáveis.

Na prática, a falha fundamental da economia ambiental neoclássica está na sua determinação dos ótimos: como estes dependem das preferências dos agentes, não necessariamente o ótimo social cria condições suficientes para garantir a sustentabilidade, uma vez que estas dependem de variáveis físicas que não são consideradas nas preferências dos agentes, devido à incerteza quanto ao futuro e quanto à complexidade dos ecossistemas, que não podem ser entendidos de forma determinista, de forma a eliminar a incerteza (AMAZONAS, 2002).

Em uma abordagem não reducionista, ou seja, complexa, é necessário abandonar tais pressupostos de que os agentes sejam completamente independentes e que todas as informações possam ser tratadas adequadamente em termos de utilidade. Buscando superar estas limitações, uma alternativa proposta é a análise multi-escalar integrada. A sua aplicação para problemas socioambientais ficou conhecida como *Multi-Scalar Integrated Analysis of Societal and Environmental Metabolism* (MuSIASEM).

A metodologia MuSIASEM permite uma análise integrada das variáveis sociais e econômicas associadas às ambientais, descritas entre níveis hierárquicos diferentes, identificando padrões de metabolismo social, e das características dos processos ecológicos descritas entre diferentes níveis hierárquicos de análise. Metabolismo social é definido como a relação entre o uso de recursos naturais e as funções e estruturas sociais. Tanto os ecossistemas, que fornecem os recursos, quanto a sociedade, que utiliza estes recursos, podem ser definidas como sistemas complexos, auto-organizáveis e dissipativos, capazes de estabilizar sua própria identidade reproduzindo um determinado padrão metabólico, por meio de um conjunto de relações entre as partes e o todo que às contém (MADRID *et. al.*, 2013). O método MuSIASEM permite uma análise entre níveis hierárquicos (subsistemas da sociedade), ao se utilizar de uma definição semanticamente aberta dos sistemas e recursos sob análise (MADRID E CABELLO, 2011).

Para entender a metodologia semanticamente aberta, é necessário primeiro a revisão de alguns conceitos fundamentais. Ao considerar tanto os ecossistemas quanto a sociedade como sistemas dissipativos, é preciso definir tais sistemas. Sistemas dissipativos são sistemas auto-organizáveis, abertos, distantes do equilíbrio termodinâmico. Devido a isso, eles são necessariamente não-estáticos (PRIGOGINE, 1978). Isto também implica operação em diferentes níveis hierárquicos, onde padrões de auto-organização podem ser detectados apenas adotando diferentes horizontes de tempo e espaço.

A construção dos modelos que serão utilizadas na análise multi-escalar integrada leva em consideração a necessidade de estes serem construídos de forma sistêmica, ou seja, composto por holons. Um holon é um todo composto de partes menores que ao mesmo tempo é parte de um todo

maior. O termo holon mostra o fato de que entidades pertencentes a sistemas dissipativos adaptativos organizados em elementos inseridos um dentro do outro (em níveis hierárquicos diferentes) possuem uma dualidade inerente. O holon deve ser considerado tanto em termos de sua estrutura no nível local (representando as propriedades emergentes geradas pela organização de seus componentes em níveis inferiores), quanto em sua interação como resto da holarquia, onde os holons desempenham funções que contribuem para outras propriedades emergentes em níveis superiores, funções estas que são úteis ao holon hierarquicamente superior ao qual pertencem. Holarquia é definida como uma hierarquia adaptativa de sistemas dissipativos inseridos uns dentro dos outros. A individualidade de uma holarquia pode ser associada a sua habilidade de gerar e preservar no tempo a validade de um conjunto integrado de identidades viáveis, em escalas diferentes (KOESTLER, 1969).

A terceira seção deste artigo trará a revisão de algumas aplicações do método, como Ramos-Martins *et. al.* (2008) e Madrid *et. al.*, 2013.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS, Maurício de Carvalho. **Economia Ambiental Neoclássica e Desenvolvimento Sustentável** IN: NOBRE, Carlos; AMAZONAS, Maurício de Carvalho. Desenvolvimento Sustentável: A Institucionalização de um Conceito. Brasília: Edições IBAMA, 2002.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas: Fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Petrópolis: Editora Vozes, 2008.

KOESTLER, A. Beyond Atomism and Reductionism: the concept of Holon. IN: **Beyond Reductionism**, KOESTLER, A.; SMYTHIES, J. R. Londres: Eds Hutchinson, 1969.

LAVOIE, Marc. **Introduction to Post-Keynesian Economics**. Nova York: Palgrave Macmillan, 2006.

MADRID, Cristina; CABELLO, Violeta. Re-opening the Black Box in Societal Metabolism: the application of MuSIASEM to water. **Working Papers on Environmental Science**. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals – ICTA, Universidad Autònoma de Barcelona: 2011.

MADRID, Cristina; CABELLO, Violeta; GIAMPIETRO, Mario. Water-Use Sustainability in Socioecological Systems: A Multiscale Integrated Approach. **BioScience**, vol. 63, n. 1, pp. 14-24, 2013.

PRIGOGINE, Ilya. **From Being to Becoming**. San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1978.

RAMOS-MARTINS, Jesus; EISENMENGER, Nina; SCHANDL, Heinz. Different trajectories of exosomatic energy metabolism for Brazil, Chile and Venezuela: using the MSIASM approach. **Document de Treball**. 08.03. Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales, Universidad Autònoma de Barcelona: 2008.

ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, A.; CHAPIN, F.S.; LAMBIN, E.R.; LENTON, T.M.; SCHEFFER, M.; FOLKE, C.; SHELLNHUBER, H.J.; NYKVIST, B.; WIT, C.A. de; HUGHES, T.; VAN DER LEEUW, S.; RODHE, H.; SÖRLIN, S.; SNYDER, P.K.; COSTANZA, R.; SVEDIN, U.; FALKENMARK, M.; KARLBERG, L.; CORELL, R.W.; FABRY, V.J.; HANSEN, J.; WALKER, B.; LIVERMAN, D.; RICHARDSON, K.; CRUTZEN, P.; FOLEY, J. A safe operating space for humanity. **Nature** n. 461, pp. 472-475, 2009.

VEIGA, José Eli da. O principal desafio do século XXI. **Ciência e Cultura** [on line], v. 57. n. 2, p. 4-5, 2005.