

Os significados do conceito de ecossistema para a compreensão do discurso ambiental: análises de livros didáticos do ensino superior de Ecologia

The meanings of the ecosystem concept for understanding the environmental discourse: textbook analysis of higher education Ecology

Danilo Seithi Kato

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

danilo@icene.ufmt.edu.br

Clarice Sumi Kawasaki

Universidade de São Paulo

sumi@ffclrp.usp.br

Luiz Marcelo de Carvalho

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

lmarcelo@rc.unesp.br

Resumo

Este artigo traz resultados parciais de uma tese de doutoramento concluída em 2014. Os objetivos são analisar os processos históricos de significação do conceito de ecossistema e identificar a apropriação do mesmo em três livros didáticos de Ensino Superior sobre Ecologia (ODUM, 1988; BEGON, TOWNSEND, HARPER, 2007; e RICLEKFS, 2011) utilizados atualmente, bem como seu desdobramento para a relação ser-humano e natureza na configuração do chamado discurso ambiental. Foi adotada a perspectiva qualitativa das pesquisas sociais em Educação em uma abordagem histórico-cultural a partir dos estudos da linguagem fundamentadas em Mikhail Bakhtin e seu Círculo (1894-1974). Os resultados indicaram que os autores adotam perspectivas determinísticas e cibernéticas para explicar o conceito no contexto acadêmico-científico,

mas apesar das críticas, a perspectiva organísmica do conceito dá suporte ao discurso ambiental emergente nestes manuais, com implicações no contexto do ensino de ecologia.

Palavras-chave: conceito de ecossistema, livros didáticos, discurso ambiental, ensino de ecologia.

Abstract

This article presents partial results of a doctoral thesis completed in 2014. The aims are to analyze the historical processes of ecosystem concept significance and identify the appropriation of the same in three textbooks Higher Education on Ecology (ODUM, 1988; BEGON, TOWNSEND, HARPER, 2007; and RICLEKFS 2011) currently used as well as their deployment to the relationship human-being and nature in the so-called environmental discourse configuration. The qualitative perspective of social research on education in a cultural-historical approach from language studies from the perspective of Mikhail Bakhtin and his Circle (1894-1974) was adopted. The results indicated that the authors adopt deterministic and cybernetic perspectives to explain the concept in the academic and scientific context, but that despite criticism, in the scientific realm, the concept of organismic perspective supports the emerging environmental discourse in these manuals. Thus, there is strong evidence that discursive constitution in ecology teaching context.

Keywords: ecosystem concept, textbooks, environmental discourse, ecology teaching.

Introdução

Apresentamos, neste trabalho, parte dos resultados oriundos de uma tese de doutoramento finalizada em 2014 (KATO, 2014) e que está inserida no contexto de um projeto de pesquisa interinstitucional que investiga o estado da arte da produção acadêmica em Educação Ambiental (EA) no Brasil, denominado projeto EArte¹ (CARVALHO, L., 2013).

No presente estudo, não serão abordados os dados referentes às análises das teses e dissertações em EA. Abordaremos àqueles resultados da tese mencionada, referentes à construção do referencial teórico e metodológico sobre o conceito de ecossistema e sua apropriação em livros didáticos do Ensino Superior, utilizados na atualidade em cursos de licenciatura em Ciências Naturais e Biologia. Dessa forma, discute a configuração do discurso ambiental nestes livros didáticos a partir do conceito de ecossistema e suas implicações para o ensino de Ecologia.

É a partir desse viés que questionamos: Quais os diferentes significados do conceito de ecossistema na história da Ecologia? Em que medida esse significados

¹EArte - Grupo de Pesquisa em Estado da Arte em Educação Ambiental. A seleção das pesquisas que compõem esse acervo ocorreu a partir do banco de dados da CAPES/CNPq, bem como do acervo de programas de pós-graduação em EA.

influenciam o discurso ambiental nos livros didáticos sobre Ecologia utilizados atualmente no Ensino Superior?

História do conceito de *ecossistema*: contextos e perspectivas para os diferentes significados sobre o conceito

Para esta pesquisa será adotada a perspectiva do ecossistema enquanto conceito e não teoria do campo da Ecologia. A palavra teoria tem inúmeros significados na Filosofia da Ciência, podendo ser um conjunto de ideias, uma concepção ou afirmações e hipóteses que têm sido testadas e confirmadas (CHALMERS, 1993). Em geral, na filosofia da ciência, teoria é a busca por padrões e regularidades no espaço/tempo que ocorrem na natureza e que são frutos da observação e experimentação (GOLLEY, 1993). Já a definição de conceito segundo Wells (2008, p. 30) indica “formulações simbólicas relativamente estáveis que são usadas pelo indivíduo para explicar uma série de fenômenos”. Dessa forma, optou-se por encarar ecossistema enquanto um conceito fundamental no campo da Ecologia. Assim, espera-se explorar os significados construídos em seu processo histórico para desvelar o discurso ambiental e suas implicações para o ensino de ecologia.

O primeiro artigo em que o conceito ecossistema foi empregado intitula-se “*The use and abuse of vegetational concepts and terms*” e foi publicado em 1935, por Arthur George Tansley (1871–1955), na revista científica *Ecology*. O conceito voltou a ser utilizado somente sete anos depois em um artigo publicado em 1942 por Raymond L. Lindeman (1915-1942), quando a sociedade inglesa passava por uma delicada fase durante a Segunda Guerra Mundial, em que muitos conflitos políticos atrapalhavam o desenvolvimento de programas de pesquisa no âmbito científico (GOLLEY, 1993).

A análise do conceito de ecossistema ao longo do tempo indica que esse conceito teve vários significados em sua história. Além de influenciar vários estudos com suas perspectivas filosóficas, ele fundamentou o desenvolvimento de muitas pesquisas. Dessa forma, Golley (1993) organizou as ideias em torno desse conceito em três grandes perspectivas que desafiam a ciência ecológica: a ideia organísmica, a determinística e o ecossistema cibernético. A partir desses três diferentes significados, foram discutidas as principais características em torno do conceito, bem como os autores e suas respectivas definições, organizados segundo esses critérios. É importante salientar que uma perspectiva não exclui a outra.

As primeiras discussões que projetaram o conceito de ecossistema ocorreram em torno da polêmica do modelo **organísmico** de representação das comunidades biológicas. A perspectiva organísmica surge no contexto de discussão entre as ideias de “superorganismo” propostas pelo ecólogo americano Frederic Clements (1874-1945) e a discordância de Tansley, que escreve um artigo rechaçando a ideia de “organismo” para a comunidade biológica. Para Clements, as comunidades biológicas comportavam-se como “superorganismos” que, de forma análoga, seguiam o curso do ciclo de vida de um ser vivo: nascimento, amadurecimento e morte. Tansley, em seu artigo em 1935, argumenta contra a ideia de comunidade como um superorganismo, afirmando que poderia, no máximo, ser considerada “quase organismo”, pois não segue um ciclo de vida como de um indivíduo. Posteriormente, a extensão da ideia organísmica desdobrou-se na “hipótese de Gaia” que entende o planeta Terra como um grande superorganismo, reforçando a metáfora de Clements (PETRY *et al.*, 2010).

Na década de 1970 a ideia em debate é sobre o determinismo do ecossistema. Alguns autores como Eugene Odum (1988) afirmavam que o ecossistema é **determinístico**, ou seja, possui um direcionamento e é autorregulado pelas propriedades

presentes no próprio ambiente. Segundo Stone, Dayan e Simberloff (1996), os estudos sobre ecossistema são determinísticos. Para esses autores, o conceito de ecossistema explica a distribuição das espécies em uma comunidade biológica pelas condições físico-químicas e relações complexas em que estão inseridas, independentemente umas das outras. Eles discordam da ideia de autorregulação do ecossistema, bem como da ideia de estado de equilíbrio dinâmico como meta inerente aos sistemas ecológicos, tal como o conceito de clímax de Clements. Em síntese, a complexidade das relações entre fatores bióticos e abióticos, que tendem ao equilíbrio, é um modelo que determina a comunidade e não o inverso. Contudo, outros autores, como Borman e Likens (1974), afirmavam que o ecossistema é **indeterminístico**, uma vez que apresenta comportamento probabilístico, estocástico, ao longo do tempo e do espaço. Esse debate entre a perspectiva determinística e indeterminística tornam a compreensão, bem como os estudos, sobre ecossistemas cada vez mais complexos e de difícil delimitação.

Outra importante discussão, também iniciada na década de 1970, sobre a abordagem do conceito, refere-se à natureza **cibernética** do mesmo. Segundo Engelberg e Boyarsky (1979), a analogia do ecossistema com um organismo não é adequada. Para esses autores, há uma rede de informações que se autorregulam e que configuram uma estabilidade ao sistema ecológico. Na verdade, essa discussão serviu de gatilho para uma discussão ainda maior, referente à metodologia usada nas pesquisas envolvendo ecossistemas. Uma vez herdada a metodologia hipotético-dedutiva da física, os estudos com sistemas ecológicos tinham como foco o fluxo de energia, matéria e informações. Neste método, o foco estava no fluxo e na rede de informações (GOLLEY, 1993).

A partir dessa discussão, foram selecionadas três obras reconhecidas no campo da Ecologia e que foram, e ainda são, muito utilizadas em cursos de nível superior e em laboratórios de pesquisa. São eles: Odum (1988); Begon, Townsend e Harper (2007) e Ricklefs (2010). O critério de seleção dessas obras foi o uso e a presença massiva desses autores em cursos de licenciatura e o caráter didático que embute as discussões determinísticas, cibernéticas e organísmicas em seus textos. Espera-se, assim, analisar a apropriação do conceito de ecossistema na literatura específica da Ecologia e discutir o uso desse conceito na configuração do discurso ambiental, bem como suas implicações para o ensino.

Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa elege o enfoque da linguagem para analisar a produção dos discursos nos livros técnicos de Ecologia, mais especificamente os possíveis significados que podemos construir a partir dos enunciados que envolvem o conceito de ecossistema nessas produções voltadas para a popularização da Ciência. Embora seja este um conceito proposto por um campo das ciências da natureza, ele não deixa de lado o seu caráter ideológico, dinâmico e dialógico que permite revelar particularidades do discurso ambiental presente nos enunciados.

Analisar trechos, identificando significados e constituindo sentidos nessas produções, é um caminho possível para buscar um trajeto de produção dos enunciados e os fenômenos de significação, ou seja, é uma forma de dar significado às ideias de um campo do conhecimento e seus desdobramentos na configuração do discurso ambiental (BAKHTIN; VOLOSHINOV, 2006).

A partir da perspectiva dos estudos da linguagem proposta por Mikhail Bakhtin (1894-1974) e seu Círculo², elege-se as relações entre os conceitos de **tema**³ e **significação**⁴ como matriz teórica para explorar possíveis sentidos vinculados ao conceito de ecossistema nos livros didáticos selecionados.

Na análise empreendida nesta pesquisa, o conceito de ecossistema foi analisado como signo material e seus diversos significados vistos como possibilidade de discussão sobre possíveis sentidos associados a esse conceito em materiais que ultrapassam os limites da academia. A partir da análise desse discurso foi possível discutir as implicações dessas significações que se desdobrem sobre o ensino de ecologia.

Partimos de uma análise mais acurada dos enunciados, precedida, como dito anteriormente, por leituras flutuantes de todos os livros; posteriormente, selecionaram-se as unidades de enunciação em que aparece o conceito de ecossistema. A partir da caracterização de todos os momentos em que aparece o conceito em questão, passamos a discutir os processos de significação do conceito, nos enunciados analisados, a partir do referencial teórico da linguagem construído sobre a história deste conceito no campo da Ecologia. Dessa forma, partimos de uma análise da estrutura conhecida para uma matriz interpretativa propiciada por esses processos de significação.

Resultados e Discussões

O conceito de ecossistema nos livros *Ecologia* (ODUM, 1988), *Ecologia: de indivíduos à ecossistemas* (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007) e *A economia da natureza* (RICLEKFS, 2011) são tratados de forma distinta. Odum (1988, p. 9) define ecossistema como:

Qualquer unidade (biossistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que o fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de matérias entre as partes vivas e não vivas.

A definição apresentada por Odum (1988) vai ao encontro daquela discutida por Lindeman (1942) e outros autores que fizeram estudos empíricos que pudessem quantificar o fluxo de energia entre estruturas bióticas e abióticas. A ideia sistêmica também aparece não só na definição, mas nos esquemas utilizados pelo autor para representar ecossistemas.

Em uma análise mais detalhada no capítulo “O ecossistema”, Eugene P. Odum (1988, p. 9) afirma que:

o grau em que os ecossistemas realmente operam como sistemas gerais, da mesma forma que os sistemas físicos bem compreendidos, e

² Bakhtin e seu Círculo, segundo Faraco (2011), têm origem na extensa crítica do posicionamento dicotômico em que os métodos não conhecem nenhuma conexão interna, nenhuma unidade sistemática.

³ Segundo Bakhtin e Voloshinov (2006), o **tema** pode ser definido como um estágio superior real da capacidade de significar e a significação como estágio inferior dessa capacidade. Contudo, o autor explica que não é uma questão hierárquica, mas sim de origem e influência.

⁴ Segundo o mesmo autor, a **significação** propicia o estabelecimento do **tema** e este propicia a produção dos sentidos.

se são ou não auto-organizadores, à maneira dos organismos, ainda são assuntos de pesquisa e debate.

Possivelmente o embasamento nas ideias sistêmicas de Física e o uso dessas representações foram utilizados para aproximar o conceito de ecossistema a outros conceitos, de modo a embasar, ou seja, fortalecer, as ideias propostas, uma vez que a Física é o campo de estudo mais antigo e consolidado cientificamente. Como discutido inicialmente, Tansley lançou mão dos mesmos pressupostos, os quais foram utilizados para a discussão da concepção organísmica das comunidades biológicas.

Outro fator importante é o de que a obra de Odum foi a primeira no sentido de popularização do conceito ecossistema, ou seja, foi o primeiro autor a trazer os aspectos técnicos e acadêmicos que envolviam esse conceito nas pesquisas, e os trouxe para um livro texto utilizado hoje para fins didáticos (GOLLEY, 1993). Essa obra contribuiu sobremaneira para o ensino desses conceitos em cursos de graduação, bem como para linhas de pesquisas em Ecologia nas Universidades.

Além da ênfase na visão sistêmica dos ecossistemas, o autor também apresenta a visão cibernética do conceito. Essa aproximação se dá em diversos trechos do capítulo, tais como: “Este sistema de controle (“Gaia”) faz da Terra um sistema cibernético complexo porém unificado”(ODUM, 1988, p.16).

Ao longo da obra, o autor dá um enfoque científico para explicar o conceito de ecossistema, e traz, como vimos anteriormente, uma síntese das principais ideias em torno do conceito em debate na comunidade científica em questão. Contudo, no último capítulo resolve dedicar-se a relação entre humanidade e natureza. Nesse capítulo final do livro de Odum, pode-se indicar conexões importantes sobre o uso desse conceito na configuração de um discurso ambiental. A relação da humanidade com o ambiente é tratada em uma relação de dependência, principalmente em relação às características físicas do meio, como podemos observar no trecho seguinte:

A Hipótese Gaia de Lovelock sugere a importância de descobrir e preservar os controles que permitem que a biosfera se ajuste a certas quantidades, pelo menos, de poluição de fontes não pontuais, como gás carbônico, calor, enxofre, óxidos nitrogenosos e etc [sic]. Consequentemente, além de se esforçarem para reduzir a poluição de todas as maneiras possíveis, os seres humanos devem também preservar a integridade e a grande escala do sistema tamponado que mantém a vida. (ODUM, 1988, p. 16)

A Hipótese de Gaia indica uma relação de dependência e organísmica do ecossistema. Essa é uma explicação plausível para justificar a conservação e os motivos pelos quais a humanidade deve modificar comportamentos em sua relação com os recursos naturais. Ideias essas que estão presente no discurso ambiental e tornam-se foco na Educação Ambiental, por exemplo.

Ricklefs (2010, p. 526), de forma mais sintética, define ecossistema como um “[...] conjunto de organismos juntos incluindo seus ambientes físicos e químicos [...]”, aproximando da perspectiva apresentada por Odum. Contudo, a organização do conceito é distinta em sua obra, pois há uma preocupação com a quantificação dos fatores abióticos e das relações entre os fatores vivos e não vivos.

Ricklefs (2010), apesar de também trabalhar mais com as dinâmicas que envolvem o ecossistema e outros conceitos, enfoca mais os aspectos físico-químicos

dessa dinâmica. Os temas dos capítulos da parte analisada são exemplos dessa ideia: “energia nos ecossistemas; caminhos dos elementos nos ecossistemas e regeneração de nutrientes em ecossistemas terrestres e aquáticos”.

No entanto, para Begon, Townsend e Harper (2007), comunidade, assim como ecossistema, também é um conceito importante e, uma vez que eles integram esses dois conceitos, é preciso entender o que os autores definem por comunidade. Para esses estudiosos, comunidade é “[...] uma assembleia de populações de espécies que ocorrem juntas no espaço e no tempo.” (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007, p. 498). A Ecologia de Comunidades, por sua vez, “[...] procura entender a maneira como agrupamentos de espécies são distribuídos na natureza e as formas pelas quais tais agrupamentos podem ser influenciados pelo ambiente abiótico [...] e pelas interações entre as populações das espécies.” (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007, p. 469).

Assim como Odum (1988), também Begon, Townsend e Harper (2007) discutem a ação do homem nos ecossistemas, suas consequências e possíveis soluções para os problemas apontados. Os autores, no último capítulo, continuam apresentando uma visão cibernética; no entanto, incorporam a visão organísmica ao fazer analogia entre homem e ecossistema e ao usar os termos *saudável* e *doente* para o estado e funcionamento do ecossistema. O trecho a seguir reflete essa ideia:

A identificação dos objetivos da restauração dos ecossistemas (e a habilidade de monitorar se eles foram alcançados) requer o desenvolvimento de ferramentas para medir a "saúde do ecossistema". (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007, p. 632)

Nesse trecho, o autor menciona “saúde do ecossistema”, evidenciando-o como um organismo, sistêmico, que tem a tendência natural ao equilíbrio. Esse significado pode ser atribuído a partir da metáfora da “saúde” utilizada como adjetivação para ecossistema. Mesmo como um gênero discursivo científico, ficam mais evidentes intenções e noções de valores humanos empregados pelo autor em defesa da conservação da natureza:

Fazendo uma analogia com a saúde humana, os gestores frequentemente descrevem os ecossistemas como "doentes" se a estrutura de suas comunidades (riqueza em espécies, composição de espécies e arquitetura da teia alimentar...) ou o funcionamento do ecossistema (produtividade, dinâmica de nutrientes, decomposição...) tiverem sido muito modificados pelas pressões humanas. (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007, p. 645)

Em seguida, é explicada a metáfora da “saúde”, aproximando-a da ideia de equilíbrio atribuída ao conceito de ecossistema. Assim, a ação antrópica deve ser pensada para que, analogamente a sua própria saúde, o ecossistema possa seguir seu curso natural de equilíbrio: “Um ecossistema saudável é aquele que a população humana acredita ser saudável, e diferentes grupos sociais têm ideias diferentes sobre isso.” (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007, p. 647). É possível identificar a versão ideológica dada ao conceito dependendo do autor e contexto em que o conceito é usado. O autor define e sintetiza o adjetivo “saudável” para o conceito de ecossistema, colocando a humanidade na condição de protagonismo na perspectiva de manutenção dessa “saúde”. Chama a atenção para as diferentes concepções dos grupos sociais; nota-se, portanto, a interface da Ecologia com questões de ordem social.

Talvez, de forma pontual, possamos pressupor a presença do discurso ambiental permeando obras da Ecologia. Além disso, com exceção de Ricklefs (2010), tanto em Odum (1988) quanto em Begon, Townsend e Harper (2007), o conceito de ecossistema é exposto de forma fundamentalmente científica e, no que concerne à relação humanidade e natureza, há uma aproximação do discurso político e preocupações de ordem ética.

Nesse âmbito, as versões organísmica, sistêmica e holística do conceito dão suporte ao discurso conservacionista. Ao tocar no tema da conservação do ambiente, os autores se valem da ideia sistêmica para reforçar o argumento de que é preciso identificar a insustentabilidade do uso de recursos naturais pela humanidade e a necessidade de uma mudança de comportamento. Apesar de serem livros de Ecologia para o ensino superior, percebe-se que há pontos convergentes com o discurso ambiental, escapando ao gênero científico para um viés políticos dos enunciados.

Considerações Finais

Como pudemos observar, há, no próprio campo da Ecologia, diferentes debates, ideias e significados em torno do conceito de ecossistema. Há diferentes significados atribuídos ao conceito, nos livros analisados o uso das metáforas e discussões atreladas ao conceito de ecossistema embasam discussões específicas sobre a relação ser-humano e natureza, trazendo assim uma justificativa científica para o argumento construído por esses autores. É possível notar os diferentes significados no campo da Ecologia e em cada momento histórico para o conceito de ecossistema. A perspectiva organísmica, determinística e cibernética não são autoexcludentes e trouxeram discussões que, associadas aos outros conhecimentos, configuram um discurso ambiental presentes nos materiais analisados na presente pesquisa. Assim, podemos concluir que tais livros didáticos influenciarão concepções e representações tanto para o ensino de ecologia como para a configuração dos discursos conservacionistas.

Agradecimentos e apoios

Agradeço a CAPES pelo apoio a esta pesquisa.

Referências:

- BAKHTIN, M. M.; VOLOSHINOV, V. N. *Marxismo e filosofia da linguagem*. 12. ed. Tradução de Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec, 2006.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecologia de Indivíduos e Ecossistemas*. Porto Alegre: Artmed, 4. ed, 2007.
- BORMANN, F.H.; LIKENS, G.E. Nutrient cycling. *Science*. 155(3461):424-29, 1967.
- CARVALHO, L. M. et al. *Relatório Científico: A educação ambiental no Brasil: análise da produção acadêmica – teses e dissertações 2010- 2012*. UNESP – Rio Claro, UNICAMP, USP – Ribeirão Preto, 2013.
- ENGELBERG, J.; BOYARSKY, L.L. The noncybernetic nature of ecosystems. *The American Naturalist*, v. 114, p. 317-24, 1979.

GOLLEY, F. B. *A history of the ecosystem concept in ecology*. More than the sum of parts. New Haven: Yale University Press, 1993.

CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

KATO, D. S. *O conceito de ecossistema na produção acadêmica brasileira em educação ambiental: construção de significados e sentidos*. 250f. 2014. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2014.

ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara. 1988.

PETRY, A.C.; PELICICE, F.M.; BELLINI, L.M. (org.). *Ecólogos e suas histórias: um olhar sobre a construção das ideias ecológicas*. Maringá: Eduem, 2010.

RICKLEFS, R. E. *A economia da Natureza*. 6. Ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2010.

STONE, L.; DAYAN, T.; SIMBERLOFF, D. Community-level assembly patterns unmasked: the importance of species' differing geographical ranges. *American Naturalist* 148:997-1015, 1996.

TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational terms and concepts. *Ecology* 16 (3): 284-307, 1935.

WELLS, G. Learning to use scientific concepts. *Cultural Studies of Science Education* 3:329–350, 2008.