

Uma metafísica para a ecologia

RESUMO

Nesse artigo argumentamos que há uma *weltanschauung* científica por meio da qual os sistemas vivos são compreendidos a partir do conhecimento sobre como as moléculas se estruturam e funcionam. Este programa de pesquisa vincula-se à concepção metafísica “substancialista”, isto é, para compreender satisfatoriamente a natureza dos fenômenos biológicos, basta conhecer o comportamento das moléculas que constituem os seres vivos. Porém, esta concepção “substancialista” não é suficiente para fundamentar uma compreensão realista dos fenômenos que ocorrem em nível ecológico e evolutivo supramoleculares. Sugerimos a metafísica de processos como a alternativa que melhor fundamenta o entendimento científico em ecologia e evolução. Para tanto utilizamos a teoria sobre construção de nicho e o conceito de ecossistema para exemplificar sobre de que modo esta metafísica é mais coerente com a natureza do conhecimento em ecologia e evolução do que a metafísica baseada em substâncias.

Palavras-chave: Metafísica; Epistemologia; Ecologia; Evolução; *Weltanschauung*.

ABSTRACT

There is a scientific *weltanschauung* about the most fundamental level of understanding in biology. Its cornerstone belief is that studying the behavior and functioning of the organisms from a strict physical and/or chemical point of view is enough to comprehend how life works. This belief is based on the metaphysics of substance. Despite its importance for the understanding of low level biological processes, it does not adequately describe ecological and evolutionary phenomena at individual, population, community and ecosystem levels. We argue that the metaphysics of process provides a better framework under which to address ecological and evolutionary phenomena. We illustrate the reasons for our preference through the ecosystem concept and the theory of niche construction.

Key words: Metaphysics; Epistemology; Ecology; Evolution; *Weltanschauung*.

* Doutor em Educação. Professor do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino da Faculdade de Educação da UFMG.

** Doutor em Ecologia. Professor visitante do Departamento de Biologia da UFC. Universidade Federal do Ceará (UFC), Centro de Ciências, Departamento de Biologia.

*** Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre da UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Ecologia e Conservação.

Introdução

Corre uma anedota entre alunos de biologia segundo a qual, enquanto os filósofos procuram o sentido da vida, os biólogos moleculares o descobriram há algum tempo: 5'→ 3'. Este é o sentido em que ocorre a leitura da fita de DNA durante o processo de transcrição. Valendo-se da polissemia da palavra "sentido", a piada deixa entrever a concepção sobre vida de que a compreensão sobre os seres vivos pode ser reduzida ao entendimento do que ocorre em seu nível molecular básico. Compreender a natureza dos fenômenos vivos equivaleria a entender o seu funcionamento molecular.

Essa visão biológica sobre a natureza do universo orgânico resulta do desenvolvimento simultâneo de um projeto científico em diversos países, a partir da década de 1930, cujo foco residiu na estrutura e funcionamento molecular dos seres vivos. Nesse período cientistas imaginaram ter descoberto "o segredo da vida." (KAY, 1993, p. 3). Tal projeto, que levou à hegemonia da Biologia Molecular como uma tendência disciplinar (KAY, 1993, p. 3), pode ser assim formulado: a) todos os organismos são compostos de moléculas; b) explicações completas e rigorosas das propriedades dos seres vivos devem ser dadas em referência às interações entre moléculas (KITCHER, 1999).

Do ponto de vista científico a primeira proposição é tão óbvia que não precisa ser discutida ou justificada. Nenhum cientista sério jamais duvidaria da importância das estruturas moleculares para a compreensão de certos fenômenos orgânicos. Todavia, a segunda proposição é problemática, pois o foco de investigação e explicação em Biologia não raro situa-se em níveis hierárquicos de organização mais complexos. Em Ecologia comportamental, por exemplo, procura-se entender a função de determinado comportamento exibido por um indivíduo, e.g. defesa do ninho realizada por uma fêmea, e não os processos neurológicos e moleculares subjacentes ao comportamento. De modo semelhante, questiona-

-se sobre quais seriam os fatores ambientais que atuariam como agentes seletivos de certa característica, por exemplo, tamanho do bico de fringídeos de Galápagos, e não sobre seus processos fisiológicos. Igualmente, deseja-se entender como determinadas interações ecológicas entre seres vivos se estabeleceram no decorrer do processo evolutivo, por exemplo as co-adaptações evoluídas nos sicônios de figueiras e nas vespas agaonídeos polinizadores de suas flores. Assim, não é possível entender satisfatoriamente certos fenômenos ecológico-evolutivos apenas por meio da utilização de ferramentas conceituais e metodológicas da biologia molecular.

A par disso há um problema mais sério e profundo na proposta de compreensão dos sistemas vivos somente a partir de seu nível molecular. Tal problema diz respeito à nossa expectativa do que seria a realidade em seu nível mais fundamental, o que demanda análises a partir de duas grandes perspectivas filosóficas: epistemológica e metafísica (LADYMAN, 2002, p. 5).

A primeira se preocupa com o conhecimento e sua justificação; para este propósito aborda questões tais como: o que é o conhecimento, em oposição à mera crença? Como podemos estar seguros de que sabemos alguma coisa? De onde provem o conhecimento? Dos sentidos ou da razão? O que é o método científico?

A metafísica se preocupa com a natureza última das coisas, do que o mundo é feito e como ele se comporta em seu nível mais fundamental. Deste modo, a metafísica é uma teoria sobre a realidade (FERRÉ, 1996, p. 1). Sua tarefa é traçar as possibilidades de ser, com vista a articular a estrutura da realidade como um todo, em seu nível mais fundamental (LOWE, 2006). O que são as leis da natureza? O que significa dizer que alguma coisa é causa de outra? (LADYMAN, 2002, p. 7-8). Para quais objetos do universo os conceitos científicos apontam? Estas são perguntas exemplares que se incluem no âmbito da metafísica.

Há uma enorme quantidade de livros e artigos sobre epistemologia e outro tanto sobre

aspectos metafísicos da ciência em geral; no entanto estudos sobre a metafísica da Ecologia permanecem escassos (ULANOWICZ, 2009, p. 8). Não obstante, alguns autores começam a entender que discutir questões metafísicas é central para a elaboração de uma Filosofia da Ecologia (REINERS & LOCKWOOD, 2009, p. 16). Especialmente quando a intenção é obter uma estrutura teórico-conceitual sobre a realidade que seja mais coerente com os objetos-alvo da Ecologia.

Aqui apresentamos duas concepções metafísicas sobre a natureza da realidade: metafísica de substância e metafísica de processos. A partir delas argumentaremos que o projeto de compreensão dos fenômenos vivos tendo como base apenas a biologia molecular se refere à metafísica de substâncias. A metafísica de processos, ao contrário, nos permite uma compreensão dos objetos-alvo da Ecologia mais coerente com a sua estrutura teórico-conceitual.

Metafísicas de substância e de processos

A compreensão molecular da organização e funcionamento dos seres vivos se baseia em uma teoria filosófica sobre a realidade denominada metafísica de substância ou essencialismo. Segundo essa concepção, as coisas têm uma natureza íntima que faz com que elas sejam o que são ou, em outras palavras, sem a qual as coisas não poderiam ser o que são. Tal natureza constituiria as propriedades essenciais ou substância sem as quais as coisas não poderiam continuar a ser o que são. Ao longo da história da filosofia houve muitas tentativas de encontrar tais essências, por exemplo, a procura da base material fundamental da entidade, como é bem exemplificada por meio da conhecida história sobre a concepção do átomo como a suposta parte universal e indivisível da matéria.

Embora o essencialismo remonte a alguns dos primeiros filósofos, Platão e Aristóteles foram os que o sistematizaram. Segundo Platão, o mundo sensível está meta-

fisicamente fundado nas essências (*eidos*), as verdadeiras realidades. Estas estariam situadas em um mundo à parte, além do sensível. O mundo sensível, percebido pelos sentidos, seria apenas uma cópia imperfeita dessa realidade supra-sensível, eterna e imutável. O conhecimento mais elevado (*noêsis*), reservado aos que se dedicam à filosofia, seria a apreensão dessas formas eternas. O conhecimento sobre o mundo sensível, mutável, seria o de mera opinião (*doxa*). Tal apreensão, porém, dar-se-ia por meio da recordação daquele mundo supra-sensível que um dia a alma experimentou. Platão propõe uma teoria do conhecimento de acordo com a qual conhecer algo é se recordar de sua natureza essencial (REALE, 1994, p. 153-161).

Aristóteles parte de um ponto diferente daquele de Platão (LEAR, 1995, p. 269). O que existe é a coisa individual ou substância (*ousia*) (ROSS, 1987, p. 172); os indivíduos seriam compostos de matéria (*hylé*), o princípio de individuação, e forma (*eidos*), a essência ou a natureza íntima. Cada coisa individual é a forma realizada na matéria (LEAR, 1995, p. 280). Portanto, a forma é o que há de universal no indivíduo. Deste modo, João e Pedro diferem em suas matérias, mas compartilham a mesma forma, pois ambos são Homens. Para Aristóteles os indivíduos carregariam em si as condições necessárias e suficientes para a sua própria definição.

De uma forma ou de outra, ambos os filósofos se comprometem com a idéia de que as coisas encontram nas essências suas fundamentações ontológicas: o que possibilita a existência de uma determinada coisa é a sua essência. Essa concepção influenciou significativamente nas tradições filosófica e científica, inclusive no estabelecimento da crença de que os seres individuais poderiam ser agrupados em categorias bem determinadas. O conhecimento que poderia ser obtido sobre eles envolveria a apreensão da essência da categoria em questão. Na filosofia contemporânea podemos citar filósofos "substancialistas" fortemente influenciados pela a biologia molecular, por

exemplo Putnam (1975, p.140) e Kripke (1980, p. 120). O exemplo preferido de Putnam é o do “limão” e o de Kripke é o do “tigre”. Em ambos os casos pertencer à categoria limão ou tigre é portar o código genético de limão ou de tigre (OKASHA, 2002).

A metafísica de substância propõe a existência de tipos naturais discretos, cada qual com um conjunto de propriedades definidoras necessárias e suficientes (HULL, 1973, p. 68). Conforme será mais tarde argumentado, este modo de pensar é um forte obstáculo à compreensão de conceitos e teorias ecológicas. Alternativamente, durante o desenrolar da história da filosofia, vários filósofos desenvolveram uma forma de pensar distinta daquela baseada em essências e substância. A esta metafísica Rescher (1996, p. 1 e 2000, p. 3) denominou metafísica de processo. Baseados nesta metafísica defendemos a tese de que afiliar-se a ela poderá contribuir para uma melhor compreensão de conceitos e teorias em Ecologia. Sob esta perspectiva os conceitos “mudança” e “desenvolvimento”, que são bons descritores de fenômenos ecológicos, seriam os mais adequados para representar o conhecimento sobre a realidade pretendido pela Ecologia (HUSTWIT, 2007).

Embora o maior desenvolvimento da metafísica de processo ocorresse no século XX, por meio de filósofos tais como Whitehead (1978 [1929] e Rescher (1996 e 2000), seus primórdios remontam a Heráclito (aprox. 540-470 a.C) (RESCHER, 1996, p. 1 e RESCHER, 2008), além de passar pela reflexão de autores tais como Hegel, Peirce, William James e Bergson (veja-se RESCHER, 1996, capítulo 1). O que caracterizaria a metafísica de processo como um domínio na história da filosofia não seria apenas o reconhecimento dos processos naturais como iniciadores de tudo que há na natureza, mas sim a insistência de que os processos constituem o aspecto fundamental do real (RESCHER, 1996, p. 8). Tanto Whitehead como Rescher adotaram o princípio de Bergson de que “a natureza é um processo.” (RESCHER, 2000, p. 4) para mostrar que devemos reconhecer a temporalidade, historicidade, mudança e pas-

sagem fundamentais para nossa compreensão adequada sobre a realidade do mundo.

Heráclito é o iniciador desse modo de pensamento (RESCHER, ano p. 9). Ao comparar a realidade ao fluir de um rio – “De quem desce o mesmo rio vêm ao encontro águas sempre novas” (frag. 12 *apud* REALE, 1994, p. 64) –, Heráclito marca a perenidade de todas as coisas e o fato de que nada permanece imóvel e estável. Dizia ainda Heráclito:

Esta ordem, idêntica para todas as coisas, não a fez nenhum dos Deuses, nem os homens, mas era sempre, é será fogo eternamente vivo, que em medida se acende e em medida se apaga. (frag. 30 *apud* REALE, 1994, p. 68).

Heráclito, portanto, atribui o fundamento de todas as coisas não a uma substância material, mas a um processo natural, nomeadamente, fogo. A variação de diferentes estados e condições do fogo produziria toda mudança. O devir é, sem dúvida, o aspecto central da doutrina de Heráclito e que se tornou célebre na fórmula “tudo flui” (*panta rhei*). Para Heráclito o mundo não é uma coleção de coisas, mas uma constelação de processos (RESCHER, 1996, p. 10). De forma semelhante, Whitehead (1978 [1929]) estabeleceu o processo como a categoria central de sua filosofia, considerando o tempo, a mudança e a criatividade como fatores metafísicos distintivos (RESCHER, 1996, p. 20). Assim, a metafísica de processo prioriza a atividade, ao invés da substância; o vir-a-ser, ao invés do produto; a mudança, ao invés da persistência; e, finalmente, a novidade, ao invés da mesmice (RESCHER, 1996, p. 31).

Exemplos da inadequação da metafísica substancialista para a ecologia

Embora um dicionário não seja o lugar apropriado para buscarmos definições científicas, o recurso a essa ferramenta pode auxiliar, pois ali encontramos concepções

muito próximas daquelas que a maioria das pessoas utiliza na comunicação cotidiana. No Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa (2002) encontramos que “ambiente” significa “Tudo que rodeia ou envolve os seres vivos e/ou as coisas; meio ambiente; recinto, espaço, âmbito em que se está ou vive”.

Nessa definição o que se pode perceber é que o ambiente comporta-se como um recipiente, algo que envolve o organismo. O organismo está contido nesse entorno que ele encontra ao “nascer”. Embora possa estar implícito que haja interações entre o organismo e o ambiente, estas estão veladas nas definições. Assim, esta definição está comprometida com uma metafísica de substâncias que coloca o organismo e o ambiente como coisas distintas e, por vezes, opostas. No entanto, as coisas mudam quando atentamos para processos de relações entre o ambiente e os organismos. Para exemplificar a questão da metafísica de substância, recorre-se aqui à teoria de construção de nicho.

Construção de nicho é o processo pelo qual os organismos modificam o ambiente por meio de seus metabolismos e comportamentos (LALAND *et al.*, 2009). Os organismos constroem cavidades, ninhos, teias e tocas; modificam os níveis de gases na atmosfera; decompõem outros organismos; fixam nutrientes. Esta teoria procura sanar uma falha na estrutura teórica da Biologia Evolutiva: o papel desempenhado pelo ambiente na evolução orgânica. Conceitos realmente importantes, tais como aptidão darwiniana, adaptação e seleção natural receberam enorme atenção na Biologia e filosofia da biologia, mas de certa forma o ambiente foi praticamente ignorado como um componente ativo e também importante na efetivação do processo evolutivo (BRANDON, 1992, p. 81).

A idéia fundamental da teoria de construção de nicho diz respeito à base causal das relações dos organismos e seus ambientes, bem como do papel ativo que os organismos desempenham nos eventos evolutivos e co-evolutivos (LALAND & STE-

RELNY, 2006; LALAND *et al.*, 2009). Na visão clássica, moldada pela teoria sintética, a evolução é um processo no qual a seleção natural conforma os organismos para adaptá-los a um “padrão” ou “gabarito” ambiental pré-existente.

Nesta concepção a seta causal aponta somente em uma direção: o ambiente é a fonte de seleção e determina as adaptações dos seres vivos (LALAND *et al.*, 2009). O que pode ser resumido como “adaptação é sempre assimétrica: os organismos se adaptam aos seus ambientes, nunca o contrário.” (WILLIAMS, 1992, p. 484). A visão clássica pode ser formalizada por meio de um par de equações diferenciais no tempo (LEWONTIN, 2002, p. 105):

$$\begin{aligned} (1) \quad & dE/dt = f(E) \\ (2) \quad & dO/dt = g(O,E) \end{aligned}$$

Ou seja, a mudança temporal dt no ambiente dE é função de variáveis ambientais (equação 1). Mas a mudança temporal dt no organismo dO é função do estado vigente do organismo e do ambiente (equação 2). Estas duas equações indicam que a história evolutiva completa do organismo é impulsionada pelo processo ambiental autônomo. No entanto, a situação real no processo evolutivo é melhor descrita pelo par de equações diferenciais acopladas:

$$\begin{aligned} (3) \quad & dE/dt = f(O,E) \\ (4) \quad & dO/dt = g(O,E) \end{aligned}$$

A equação (3) mostra que a mudança do ambiente dE também depende da atividade modificadora dos organismos. As equações (3) e (4) descrevem coevolução entre o organismo e o ambiente: ambos atuam como causa e efeito (LEWONTIN, 2002, p. 105-106). A equação (3) introduz uma seta causal adicional nas relações entre o organismo e seu ambiente e indica os impactos que os organismos têm sobre seus ambientes. A tais impactos Odling-Smee *et al.* (1996) denominam construção de nicho. A questão principal aqui é a de que os organismos são entidades ativas e

reativas (LALAND *et al.*, 2009). Para estarem vivos os organismos devem perturbar componentes específicos de seus ambientes e modificar as pressões de seleção às quais eles e outros organismos coexistentes estão expostos (BOOGERT *et al.*, 2006). Enfim, há uma interdependência causal entre seres vivos e os componentes abióticos.

Na concepção da construção de nicho o processo evolutivo não deve ser pensado como acomodação dos organismos às exigências de moldes ambientais pré-existent. Os organismos mudam ativamente os seus ambientes, constroem nichos. Portanto, o que temos é uma situação de causalidade recíproca que os coloca em uma relação de co-evolução simétrica.

A idéia de construção de nicho está intimamente ligada à nossa posição de que uma metafísica de substâncias não dá conta da Ecologia, pois a tentativa de compreensão do ambiente requer que os conceitos operadores sejam *interatividade, atividade, novidade, totalidade e fluidez*. Voltando-se ao quadro 1, são justamente os conceitos associados à metafísica de processos.

O conceito de ecossistema é um bom exemplo de como uma abordagem essencialista pode comprometer a compreensão dos fenômenos ecológicos, tornando sua aceção simplista e limitada. Assim como o 'nicho-ecológico', o conceito de ecossistema buscou sanar uma deficiência existente na época de sua proposição referente à falta de integração na Ecologia entre o ambiente e a assembléia biótica. O conceito de ecossistema, definido amplamente como um sistema físico que integra os meios bióticos e abióticos, foi proposto por Tansley em 1935, mas já vinha sendo elaborado pelo menos desde 1864 por Botkin (veja O'NEILL, 2001, p. 3275). Ao longo do seu amadurecimento, esse conceito foi ganhando contornos de uma metafísica de substâncias, ao ser considerado uma unidade relativamente fechada, com limites espaciais mais ou menos definidos, estável e auto regulável, sendo capaz de recuperar seu equilíbrio diante de mudanças através de alças de retroalimentação. O ecossistema é visto, portanto, como

uma unidade discreta, um micro-cosmo, como fica implícito na definição de Odum:

(O ecossistema é uma) unidade natural que inclui partes vivas e não vivas interagindo para produzir um sistema estável no qual a troca de materiais entre as partes vivas e não vivas seguem vias circulares [...] (ODUM, 1953 *apud* O'NEILL, 2001).

Os exemplos arquetípicos são um lago ou uma bacia hidrográfica (veja O'NEILL, 2001, p. 3277). Em síntese, a concepção clássica de ecossistema refere-se a sistemas naturais fechados, estáveis e auto-reguláveis, o que denota uma concepção de metafísica de substâncias, com características como individualidade discreta, fixidez, uniformidade e estabilidade (Quadro 1). Durante décadas, essa concepção predominou, sendo usada por muitos até o presente. Entretanto, críticas e revisões atuais do conceito de ecossistema tem lhe atribuído contornos mais próximos da metafísica de processos, ao incluir na sua definição a importância de processos como dispersão de populações e fluxos de organismos.

As críticas à concepção tradicional de ecossistema têm as seguintes razões. A noção de 'sistemas naturais fechados' compete com o fato de que a distribuição espacial das populações pode ocorrer muito além dos limites que supostamente determinam o ecossistema (O'NEILL, 2001, p. 3277-3282). Segundo a concepção contemporânea, a área mínima necessária para se definir o ecossistema não é seu limite espacial, mas o âmbito de dispersão dos seus componentes bióticos, o qual pode variar ao longo do tempo, por exemplo, devido a mudanças climáticas (O'NEILL, 2001, p. 3277-3282). A noção de 'homogeneidade espacial' é irrealista, já que sem a heterogeneidade espacial um sistema não tem como se recuperar de distúrbios. Por exemplo, se todo um ecossistema sustenta uma comunidade clímax de floresta e sofre um distúrbio, ele não tem como se recuperar, a menos que espécies pioneiras sejam mantidas devido à heterogeneidade espacial. A concepção

contemporânea propõe que a homogeneidade espacial depende da escala de observação (O'NEILL, 2001, p. 3277-3282). Por fim, a noção de 'estabilidade' também é irrealista e dependente da escala de observação e do tamanho do ecossistema, já que, dado tempo suficiente, a probabilidade de ocorrência de eventos catastróficos que superem a capacidade do ecossistema de se recuperar, como desertificação ou colisão de um asteroide, é de 100%. Nesse caso, a concepção contemporânea propõe que a estabilidade de um ecossistema local seja dependente da escala de tempo de observação (O'NEILL, 2001, p. 3277-3282).

Em suma, a nova concepção de ecossistemas os considera como sistemas abertos, com padrões definidos por escalas espaciais e incapazes de se manter em equilíbrio em longo prazo (O'NEILL, 2001, p. 3277-3282). Isso denota uma concepção de metafísica de processos, com características como relação interativa, fluidez e evanescência (quadro 1).

Quadro 1: Contraste conceitual entre metafísica de substância e metafísica de processo (Modificado a partir de RESCHER, 1996, p. 35).

Metafísica de Substância	Metafísica de Processos
Individualidades discretas	Relação interativa
Separação	Totalidade
Condição (fixidez da natureza)	Atividade
Uniformidade da natureza	Inovação/novidade
Estabilidade classificatória	Fluidez e evanescência

Considerações finais

Argumentou-se que há uma tradição científica que procura compreender os sistemas vivos a partir do entendimento de sua base molecular e de que este projeto está associado a uma concepção metafísica "substancialista". Por acharmos que esta concepção não fundamenta uma visão realista do universo ecológico e evolutivo, sugerimos a metafísica de processos como uma alternativa. Para tanto utilizamos a teoria sobre construção de nicho e o conceito de ecossistema para exemplificar como esta metafísica é mais coerente com a natureza do conhecimento ecológico-evolutivo do que a baseada em substância.

Embora a expressão "processos ecológicos" seja de uso corrente, a verdadeira compreensão do que isso significa ainda está por ser construída. A construção de uma Ciência Ecológica que possa servir a projetos práticos que visem o manejo e conservação de ecossistemas, bem como orientar uma educação científica do cidadão, necessita colocar-se sobre bases que a tornem mais compreensível e unificada. Assim, torna-se necessário que, a par do acúmulo de conhecimentos teóricos e empíricos gerados pela Ecologia, seja empreendido um esforço adicional a fim de que sejam estabelecidas as bases epistemológicas e metafísicas da Ecologia.

Referências bibliográficas

BOOGERT, N. J.; PATERSON, D. M. & LALAND, K. N. *The implications of niche construction and ecosystem engineering for conservation biology*. *BioScience*, v. 56, n. 7, 2006. p. 570-578.

BRANDON, R. N. Environment. In: KELLER, E. F. & LLOYD, E. A. *Keywords in evolutionary biology*. Cambridge: Harvard University Press, 1992. p. 81-86.

FERRÉ, F. *Being and value. Toward a constructive postmodern metaphysics*. Albany: State University of New York Press, 1996.

HOUAISS, A. *Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa*, versão 1.0.5a. São Paulo: Editora Objetiva, 2002.

HULL, D. *Darwin and his critics: the reception of Darwin's Theory of Evolution by the Scientific Community*. Cambridge: Harvard University Press, 1973.

HUSTWIT, J. R. *Process Philosophy*. Internet Encyclopedia of Philosophy. Acesso em: 29/ dez/2010 encontrado e disponível em: < <http://www.iep.utm.edu/processp/> >.

KAY, L. E. *The Molecular Vision of life: caltech, the Rockefeller Foundation, and the Rise of the New Biology*. New York: Oxford University Press, 1993.

KITCHER, P. *The Hegemony of Molecular*

- Biology. *Biology and Philosophy*, Holanda, v. 14, 1999. p. 195–210.
- KRIPKE, S. *Naming and necessity*. Cambridge: Harvard University Press, 1980.
- LADYMAN, J. *Understanding philosophy of science*. London: Routledge, 2002.
- LALAND, K. N. STERELNY, K. P. Seven reason (not) to neglect niche construction. *Evolution*, USA, v. 60, n. 9, 2006. p. 1751-1762.
- LALAND, K. N., ODLING-SMEE, F. J., FELDMAN, M. W. & KENDAL, J. R. Conceptual barriers to progress within evolutionary biology. *Foundations of Science*, Holanda, v. 4, n. 3, 2009. p. 195–216.
- LEAR, J. *Aristotle: the desire to understand*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- LEWONTIN, R. *A tripla hélice: gene, organismo e ambiente*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- LOWE, E. J. 2006. *Metaphysics as the Science of Essence*. Acesso em: 19/09/11, disponível em: <http://ontology.buffalo.edu/06/Lowe/Lowe.pdf>
- ODLING-SMEE, F. J.; LALAND, K. N. & FELDMAN, M. W. Niche construction. *American Naturalist*, USA, 147, 1996. 641-648.
- ODUM, E. P. *Fundamentals of ecology*. W. B. Philadelphia: Saunders, 1953.
- OKASHA, S. Darwinian metaphysics: species and the question of Essentialism. *Synthese*, USA, 131, 2002. 191–213.
- O'NEIL R. V. *Is it time to bury the ecosystem concept? (With full military honors, of course!)*. *Ecology*, USA, 82, 2001. p. 3275-3284.
- PUTNAM, H. *Mind, language and reality*. Cambridge: Cambridge University Press, 1975.
- REALE, G. *História da filosofia antiga*. São Paulo: Loyola, 1994.
- REINERS, W. A. & LOCKWOOD, J. A. *Philosophical Foundations for the Practices of Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- RESCHER, N. *Process metaphysics*. Albany: State University of New York Press, 1996.
- _____. *Process philosophy*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2000.
- _____. 2008. *Process philosophy*. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Acesso em: 03/jul/09, disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/process-philosophy/>>.
- ROSS, D. 1987. *Aristóteles*. Lisboa: Dom Quixote.
- ULANOWICZ, R. E. *A third window: natural life beyond Newton and Darwin*. West Conshohocken: Templeton Foundation Press, 2009.
- WHITEHEAD, A. N. *Process and reality*. New York: Macmillan, 1978 [1929].
- WILLIAMS, G. C. 1992. Gaia, nature worship, and biocentric fallacies. *Quarterly Review of Biology*, USA, 67, 1992. p. 479-486.

Observação: Os autores agradecem ao Marcos Soares Barbeitos pela tradução do abstract.