

OS DESAFIOS HISTORIOGRÁFICOS E EDUCACIONAIS DA ECOLOGIA CONTEMPORÂNEA

Marília Coutinho*

O recurso à História, Sociologia e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências pode ser invocado com os objetivos mais diversos, que vão desde auxiliar nas mudanças conceituais que se deseja promover no público estudante, motivar e facilitar a compreensão de princípios científicos, até armar os estudantes de instrumentos analíticos para empreender uma reflexão crítica sobre um domínio de fenômenos mais abrangente do que o próprio objeto em questão — a ciência¹. Tal recurso é invocado a partir da identificação de demandas no contexto educacional. Este artigo representa o caminho inverso, onde, a partir de um estudo histórico sobre a constituição do discurso ecológico contemporâneo, certas dificuldades e questões relativas ao ensino desta disciplina são iluminadas. Estas dizem respeito principalmente à presença de um discurso socialmente prescritivo embutido no próprio discurso teórico da ecologia e à heterogeneidade ou pluralidade teórica característica desta disciplina. Tanto uma como a outra remetem a uma discussão sobre a natureza da ciência, com relação à qual nenhum discurso pedagógico ou apenas interpretativo é neutro: qual é a extensão da determinação social na constituição da ciência? Como ela se desenvolve? Evidentemente, permeia esta discussão o confronto entre interpretações filosóficas antagônicas. Vejamos, então, como ela se materializa neste exemplo concreto e que indicações podem ser derivadas para o ensino da ecologia.

A ecologia é uma disciplina científica cujo espaço tanto institucional, editorial como pedagógico tem aumentado significativamente durante

*Do Departamento de Pesquisa Histórica da Casa de Oswaldo Cruz.

¹ Esta diversidade é particularmente evidente nos fóruns de discussão específica, como na *Second International Conference on the History and Philosophy of Science and Science Teaching* -Abril 1992, Kingston, Ontario (veja abstracts).

as últimas décadas. Esse alargamento dos espaços propriamente acadêmicos têm sido acompanhado por outros fenômenos, como o estabelecimento de relações desta disciplina com o campo político.

Duas questões interligadas associadas ao desenvolvimento da ecologia parecem fundamentais para sua compreensão mais adequada: uma representa um olhar "para fora", atravessando as fronteiras que definem a cientificidade do discurso ecológico, em direção a outros discursos e buscando os elementos da sua condicionalidade social. Esta primeira questão se refere às interações da ecologia com o campo político e se expressa em transformações de um lado e de outro: tanto no discurso político como no científico. As indagações quanto às propriedades do discurso ecológico que o teriam tornado um bom interlocutor para os agentes do campo político levam à segunda questão: como é constituído este discurso sob o ponto de vista das idéias de natureza e de sociedade que veicula?

Começemos pela última.

A ecologia é uma disciplina científica das mais recentes: nasceu entre o final do século passado e o início deste. Podemos considerar como marcos do seu estabelecimento a proposição do termo *ecologia* por E. Haeckel em 1866 — apesar de ter este permanecido ignorado por mais de duas décadas — e o surgimento das primeiras sociedades ecológicas: em 1912 é fundada a *British Ecological Society* e em 1914 a *Ecological Society of America* (McIntosh, 1985).

A sua formação como disciplina parece ter representado uma descontinuidade em relação às tradições vigentes nas ciências da vida no final do século XIX. Este novo olhar sobre a natureza que rompia com a biogeografia florística e que rejeitava importantes elementos do "paradigma" darwinista assentava-se sobre uma perspectiva fisiológica². Nasceu então um discurso que tinha como uma de suas caracterís-

² Sobre as características do discurso ecológico por ocasião de sua formação veja J.B. Hagen (1986); E. Cittadino (1980); W. Coleman (1986); além de R.P. McIntosh (1985).

ticas mais importantes a idéia de que a natureza se apresentava segundo unidades discretas, concretas e cujos elementos constituíam um todo concertado capaz de apresentar fenômenos dinâmicos e estruturais previsíveis — as *comunidades*. Era comparada a um organismo individual porque, como ele, nascia, crescia e se desenvolvia segundo um padrão coerente, ou seja, tinha uma história de vida. Essa "natureza organismo" deve sua organicidade não à interação das partes, mas ao fato de que estas são orquestradas pela ação determinante do ambiente a ponto de apresentar um desenvolvimento previsível³.

Representantes destes primeiros autores são, por exemplo, E. Warming (1965), cuja obra, editada originalmente em 1909, é por alguns considerada a primeira legitimamente ecológica e mais tarde F.E. Clements, autor do conceito "superorganísmico" da comunidade e um dos fundadores da famosa escola de ecologia norte-americana, chamada também de *ecologia dinâmica*".

Mas logo na década de 20 a "natureza organismo" foi desafiada por um discurso alternativo. Tratava-se do "conceito individualístico da comunidade". Neste discurso, as relações que os conceitos, princípios e idéias básicas da ecologia mantinham entre si foram radicalmente transformadas, definições foram substituídas e uma nova representação da disciplina é proposta: a ecologia não mais seria o estudo das comunidades de organismos, mas de suas *populações*. O grande arauto dessa nova perspectiva e eloqüente adversário do conceito "superorganísmico" foi o ecólogo norte-americano H.A. Gleason⁵.

Para os adeptos do conceito individualístico da comunidade, os padrões da paisagem seriam produtos da dinâmica independente das popula-

³ Para uma análise mais aprofundada dos tipos de discurso construídos em torno do conceito de comunidade, remeto o leitor a M. Coutinho (1992).

⁴ Sobre a história da ecologia norte-americana, veja McIntosh (1985), Egerton (1977).

⁵ Apesar de ser o representante mais proeminente deste discurso, é importante ressaltar que houve, na mesma época, contribuições concomitantes na mesma linha.

ções individuais. O próprio ambiente emerge neste discurso segundo seus "fatores", que variam independentemente sobre a superfície da Terra. As comunidades são simples construções arbitrárias, projetadas sobre o mapa por conveniência acadêmica. Os processos dinâmicos que ocorrem nas "comunidades" nada têm de linear ou teleológico e a própria idéia de sucessão é diluída nos processos estocásticos em nível das populações que ocorrem nas mais variadas escalas de tempo e de espaço. Definir, classificar e historiar uma comunidade, tão importantes para outras vertentes, perdem totalmente o sentido aqui, pois *Every species (...) is a law unto itself*, como afirmou Gleason (1926).

Se os padrões não são mais do que produtos da combinação de partes individuais agindo independentemente e se não há descontinuidade ou propriedades emergentes em cada nível hierárquico, é fácil supor que este raciocínio leva à negação do direito a propriedades originais e distintas quer para "vida" quer para "natureza". Ele é análogo a outras expressões do "individualismo": o individualismo metodológico nas ciências sociais, por exemplo, é uma tendência que sugere semelhantemente que as dimensões sociais são abstrações desnecessárias (Kincaid, 1986).

Diríamos, portanto, que o modelo de representação de natureza neste discurso é de completa continuidade ontológica. Isso implica a ausência de uma idéia de natureza como entidade portadora de propriedades distintas, conseqüentemente opondo outras entidades que não as exibam⁶. Desta forma, tudo é natureza ou nada é — que são, na verdade, enunciados simétricos: se tudo é natureza, então ela é um conceito vazio.

O conceito "superorganísmico" e o conceito "individualístico" da comunidade constituíram, durante muitos anos, pólos de uma controvérsia arraigada na comunidade científica da ecologia. Mas a personagem mais significativa para os fenômenos contemporâneos envolvendo o discurso ecológico ainda não foi mencionada: trata-se da ecologia de

⁶ Muitas categorias podem desempenhar este papel: sociedade X natureza, artificial X natural, por exemplo.

ecossistemas. No pós-guerra, tanto a ecologia de ecossistemas como vertentes da ecologia de populações apresentaram um rápido desenvolvimento de instrumentos quantitativos sofisticados. Uma e outra passaram a representar os pólos de uma nova controvérsia e disputa teórica.

O termo *ecossistema*, embora cunhado em 1935 por A.C Tansley, só foi definitivamente incorporado à teoria ecológica a partir da década de 40, quando ele é redimensionado a partir da perspectiva "trófico-dinâmica": em 1942 é publicado o artigo de R.L. Lindeman, *The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology*, onde o autor inaugura uma interpretação do conceito de ecossistema baseada nas relações funcionais energéticas que identificariam esta entidade. O ecossistema passa a ser então a unidade que inclui os organismos e o ambiente físico de uma determinada área, interagindo de tal forma que um fluxo de energia produza uma estrutura trófica, diversidade biótica e ciclos materiais bem definidos. Esta unidade definida funcionalmente é a unidade básica da ecologia para os adeptos desta perspectiva.

O conceito de comunidade é totalmente subsumido ao conceito de ecossistema: ela é o compartimento biótico de um todo inseparável, e carece, portanto, de concretude. O foco de atenção mudou novamente: não está no ambiente, nas populações nem mesmo nos conjuntos ordenados de organismos. Está justamente nas conexões entre eles, ou seja, nas relações funcionais. Isto quer dizer que o padrão organizativo, ou o sistema, ocupa um lugar central neste discurso. Todos estes princípios são muito bem ilustrados num dos principais livros-texto da disciplina, o *Fundamentals of Ecology*, de E.P. Odum. É curioso observar que Odum foi descrito recentemente por E. Goldsmith (1988), editor da revista ambientalista *The Ecologist* e adepto da "ecologia profunda", como o "último ecólogo holista da academia".

Na ecologia de ecossistemas, as unidades da natureza voltam a ter importância e concretude. Também se reconhecem nelas propriedades distintas e uma história de vida. Mas, aqui, a natureza não é um organismo, e sim um "sistema". Por isso a natureza pode ser tão semelhante às máquinas ou às sociedades: "tudo é sistema"! Cada

sistema é um todo integrado e, portanto, discreto, singular e portador de propriedades emergentes. Também é passível de apreensão por um observador externo, além de manejável (Taylor e Blum, 1991).

Estas são as condições necessárias para que se estabeleça um intenso diálogo com representantes do campo político, constituindo um complexo sistema de circulação de idéias e conceitos. Nesse contexto, uma importante modalidade de discurso ecológico é a chamada "ecologia aplicada". É a partir de meados dos anos 60 que as práticas de manejo de recursos naturais e planejamento passam a integrar o domínio da ecologia, gerando uma fértil produção de livros acadêmicos, manuais e periódicos que passam a veicular princípios e metodologias que deveriam caracterizar essas práticas. Esse momento é, além disso, o início da era dos grandes projetos, a *big biology* do International Biological Program -IBP e do Man and the Biosphere Program - MAB, por exemplo. Em todas estas novas expressões do discurso ecológico, a predominância da ecologia de ecossistemas é marcante.

Mas a ecologia aplicada implica inevitavelmente na produção de um discurso prescritivo e normativo. É onde o ecólogo é chamado a observar e julgar as ações das sociedades sobre a natureza (sobre os "ecossistemas"), em seguida prescrever "soluções" para eventuais problemas — que neste caso são novas ações sociais — e normatizar sobre as relações destas sociedades com a natureza. Evidentemente, trata-se de um discurso que produz representações sobre a sociedade, materializadas ou não em normatizações formalizadas — modelos de sociedade ou de transformação social.

Durante aquele período inicial, formou-se nesta nova sub-disciplina um discurso fortemente crítico quanto à sociedade industrial e suas relações com o ambiente. A marca deste discurso "primitivo" dos anos 60 e início dos anos 70, apesar das enormes variações individuais encontradas, é a condenação dos padrões de produção e consumo da sociedade moderna. A expressão mais representativa deste período é o discurso catastrófico, bem ilustrado, por exemplo, pelo conhecido relatório do Clube de Roma, o "relatório Meadows" (Meadows et al.,

1972). Neste trabalho, técnicas de modelagem de sistemas foram utilizadas para demonstrar o iminente colapso da sociedade moderna caso os padrões de produção e consumo, e portanto de crescimento, não fossem radicalmente transformados imediatamente. Outros marcos importantes dessa perspectiva foram o livro de P. Ehrlich (1968), *The Population Bomb*, que se tornou um *best seller* no gênero, e o de B. Commoner, *The Closing Circle: Nature, Man and Technology*, publicado em 1971, que criticava os efeitos de um crescimento tecnológico mal dirigido. Os representantes deste ponto de vista — sem consenso com relação a outras questões — são unânimes em afirmar a ineficácia de soluções tecnológicas para os problemas identificados: só mesmo profundas mudanças na estrutura social, e — por que não? — na cultura desta sociedade poderiam "salvar o planeta".

Este tipo de discurso prescritivo se encontra e praticamente se confunde com o *discurso ambientalista*. O que tenho em mente com esta designação é uma forma muito específica de discurso político que surgiu nos anos 60 como produto da desilusão com os antigos modelos de transformação social. Em 1970, quando é comemorado o primeiro Dia da Terra nos EUA, com a impressionante participação de 300 mil pessoas (McCormick, 1992), a importância política deste pensamento já era reconhecida por todos.

A característica fundamental do discurso ambientalista é ser um discurso de crítica à modernidade⁷, em função da qual ele configura seu *projeto utópico* de transformação social. A crítica à modernidade é feita sob a forma de uma rejeição da sociedade ocidental moderna como um todo ou como um ataque a seus produtos e expressões particulares de seu pensamento. Assim é que são alvos importantes do criticismo ambientalista a ciência moderna, sua tecnologia, a arrogância cultural que se expressa como colonialismo e pensamento etnocêntrico, os padrões de produção e consumo do capitalismo e o próprio desenvolvimento, enquanto crescimento econômico. Não se rejeita simplesmente

⁷ A caracterização do pensamento ambientalista apresentada foi feita com base na análise de textos ambientalistas e encontra-se com maior detalhe em M C Coutinho (1992).

te uma prática de intervenção no mundo natural mas todo o aparato simbólico de apreensão do natural. Essa rejeição é efetivada ao se opor a ele uma alternativa, um outro modelo de representação da natureza. Esse modelo alternativo tem de particular o fato de pertencer à esfera do pensamento mítico e de inscrever a natureza no âmbito do sagrado. Mas, se o elemento mais fulcral do discurso ambientalista é sua rejeição aos padrões de racionalidade e às formas de poder características da modernidade, que tipo de relação ele pode estabelecer com uma disciplina científica como a ecologia? Na verdade, diante da ciência o pensamento ambientalista oscila entre a rejeição e a tentativa de modificar esse discurso. Essa perspectiva estabelece as bases de uma relação onde operará uma seleção cuidadosa do interlocutor científico; nela, se qualificará o discurso onde puderem ser identificadas propriedades que indiquem potencial para transcender as fronteiras convencionais da ciência moderna.

É nesse contexto e, portanto, segundo essas demandas que a ecologia se apresenta como interlocutor do pensamento ambientalista: a ecologia de ecossistemas oferece sua natureza original, com propriedades emergentes a cada nível organizativo, passível de valorização ética e de constituir-se em objeto de um discurso prescritivo de manejo. Oferece também seu "holismo", suas críticas ao reducionismo cientificista, pontes sobre o abismo que separava as representações de natureza produzidas pela ciência e aquelas próprias a discursos alternativos a ela. Nessa fronteira dimensionada pelo modo prescritivo, elementos originalmente articulados pelo discurso científico são livremente utilizados no ambientalista, e vice-versa. Um dos marcos iniciais mais importantes deste processo, o livro de R. Carson *Silent Spring*, de 1962, a respeito dos perigos associados ao uso indiscriminado de defensivos químicos na agricultura, situa-se justamente nesta região. A ecologia aplicada de orientação catastrófica, tão importante nos anos 60, e o pensamento ambientalista prescrevem de forma muito semelhante: os dois condenam o crescimento, identificam sua origem nos códigos culturais que organizam o relacionamento dos homens com a natureza, prescrevem mudanças fundamentais na estrutura das sociedades, as quais devem

voltar-se para a simplicidade, a pequena escala e a menor dependência do incremento na exploração de recursos naturais.

Para aprofundar este diálogo, o pensamento ambientalista reivindica uma "ecologia mais abrangente" (Goldsmith, 1988). As demandas feitas freqüentemente dizem respeito à capacidade do discurso ecológico de dar conta de um número maior de questões, de tornar-se um instrumento conceitual mais eficiente nas discussões de caráter político-ideológico. Assim são as reivindicações de multi, pluri e transdisciplinaridade (ou talvez até supra-disciplinaridade!), e de abrangência nas definições dos conceitos, princípios e teorias.

Mas não é apenas e nem mesmo preferencialmente com o pensamento ambientalista que a ecologia de ecossistemas estabelece interlocução. Na verdade, à medida que a temática ambiental foi se transformando em questão obrigatória, constituiu-se como discurso hegemônico do campo político em relação à *sustentabilidade tecnocrática*. Ele é construído em torno da idéia de que para garantir a continuidade da presença humana na Terra e o bem-estar das futuras gerações basta aplicar princípios "racional" de manejo. Surge como uma contestação da perspectiva catastrófica, garantindo que não é preciso transformar as relações sociais — apenas é necessário saber administrar "cientificamente" os recursos naturais disponíveis. Sua contrapartida na ecologia aplicada não tardou a se desenvolver e hoje é predominante tanto editorial como institucionalmente.

Um exemplo ilustrativo deste pensamento é o famoso *Our Common Future* — o "relatório Brundtland" (WCED, 1987). Versões mais conservadoras e mais radicais quanto ao tecnocratismo podem ser identificadas nos depoimentos de políticos e empresários e no próprio discurso persuasivo da imprensa.

A esse discurso político hegemônico a ecologia de ecossistemas oferece uma natureza manejável e os instrumentos conceituais para reduzir tudo a dinâmicas de ecossistemas — *para reduzir a sociedade à natureza*. Mas este é outro capítulo e fica para outra oportunidade.

O que dizer diante da evidente constatação de que a controvérsia teórica na ecologia persiste eternamente, materializada, desde o pós-guerra, na disputa entre ecologia de ecossistemas e ecologia de populações?⁸ Esta questão que tem perturbado ecólogos e historiadores por muitos anos parece exigir uma nova abordagem. Tentei mostrar até aqui que cada tipo de discurso que freqüentou ou freqüenta o universo teórico da ecologia corresponde a diferentes modelos de representação de natureza. Estas diferentes formas de gerar representações sobre a natureza parecem favorecer intercâmbios também diferenciados. Procurei ilustrar brevemente como isto se dá quanto às relações que a ecologia de ecossistemas estabelece com o campo político, mais especificamente quanto a um sistema particular de circulação de idéias — existem outros. No entanto, os outros tipos de discurso apresentados também exibem seus diálogos e seus interlocutores preferenciais. A ecologia de populações, com sua "não-natureza", tem relações intensas com práticas discursivas científicas como a Biologia evolutiva ou a Genética. A ecologia de comunidades da primeira metade do século, por sua vez, também teve relações importantes com o discurso conservacionista daquele período (McIntosh, 1985).

A expectativa frustrada quanto ao postulado processo universal de superação de um "paradigma" por outro, da tendência "natural" da resolução das controvérsias a favor de um dos lados, deve ser substituída por uma observação atenta da história, da natureza dos discursos envolvidos e das determinantes sociais dos fenômenos dinâmicos próprios às disciplinas estudadas. A pluralidade da ecologia aparece, desta forma, como um produto não de sua imaturidade ou "anomalia", mas de uma história de interações diversificadas e de uma participação especial em contundentes fenômenos culturais da atualidade.

Se a ecologia parece transgredir as regras de bom comportamento para o desenvolvimento científico, ela certamente representa um desafio no que diz respeito ao ensino. Em primeiro lugar, pela já citada ausência de

⁸ Veja por exemplo D. Simberloff (1980) ou R.P. McIntosh (1980).

homogeneidade teórica: os conceitos apresentados na disciplina muitas vezes pertencem a contextos teóricos diversos e nem sempre totalmente compatíveis. A dificuldade contida nesta situação está relacionada com a idéia dominante de ciência como uma empreitada racional, objetiva e que se desenvolve progressiva e linearmente, segundo critérios exclusivamente lógicos. É contraditório, segundo esta perspectiva, que convivam na mesma disciplina distintos referenciais teóricos, pois não faz sentido que as controvérsias científicas não se encaminhem necessariamente para a eliminação do adversário de menor conteúdo empírico. Mas como esta idéia de ciência implica vê-la isolada de seu contexto sócio-histórico, a abordagem histórica e filosófica dos conceitos ecológicos certamente proporciona uma compreensão mais adequada do aparente paradoxo. Um das alternativas possíveis para implementar tal abordagem consistiria em introduzir nas aulas a leitura e discussão de textos originais de autores importantes. Como estes textos representam registros da própria controvérsia, a condição teoricamente heterogênea da disciplina se tornaria explícita. A partir daí, seria possível identificar nos próprios livros-texto as marcas dessa condição.

Mas, talvez, a questão mais importante a ser problematizada quanto ao ensino de ecologia seja justamente a *naturalização* do discurso prescritivo e das representações de sociedade contidas no discurso da ecologia, ou seja: o processo pelo qual as marcas da construção social destes discursos são apagadas e suas relações *passam a ser apresentadas como naturais*. Hoje, a familiaridade com essa visão pode se originar antes mesmo que os estudantes sejam formalmente apresentados aos conceitos ecológicos no contexto curricular: termos como ecossistema, equilíbrio ecológico, biodiversidade e outros, bem como suas respectivas associações com representações sobre a sociedade, foram fartamente divulgados pela mídia. Esta mesma mídia legitima o sustentabilidade tecnocrática, recorrendo à ciência, enquanto desqualifica o pensamento ambientalista. Assim, é construída a idéia de que aquele tipo de discurso prescritivo sobre a sociedade decorre dos conceitos ecológicos, enquanto este último é anticientífico e, portanto, abominável.

Só a contextualização histórica do discurso da ecologia é capaz de "desnaturalizar" estas associações, mostrando em que condições sociais elas foram *construídas*, e não *dadas*. Os recursos para implementar esta estratégia são tão variados quanto são os materiais disponíveis para serem utilizados. A história do pensamento político quanto à questão ambiental e da transformação desta em problemática obrigatória é pontilhada de marcos importantes, relatórios das Nações Unidas, textos clássicos para o grande público — como o próprio relatório do clube de Roma ou *A Primavera Silenciosa* de R. Carson — e o registro, na imprensa, de posições assumidas por representantes de vários segmentos das classes dominantes. Registros de controvérsias conceituais, velada ou abertamente políticas dentro da comunidade científica, embora pouco conhecidos, também são disponíveis e constituem bom material para discussão.

Particularmente, acredito que esta "desnaturalização" seja profundamente necessária. Uma atitude crítica quanto aos agentes políticos que disputam hegemonia no campo só é possível quando estes laços invisíveis são revelados e se permite ao indivíduo se apropriar das idéias disponíveis, consciente dos mecanismos de legitimação envolvidos e das relações entre as idéias. E essa é, talvez, uma das grandes contribuições que a introdução de uma abordagem histórica, filosófica e sociológica pode oferecer.

Referências Bibliográficas

- CITTADINO, E. Ecology and the professionalization of botany in America. *Studies in the history of Biology*, n.4, p.171-198, 1980.
- COLEMAN, W. Evolution into Ecology? The strategy of Warming's ecological plant geography. *Journal of the History of Biology*, n.19, p. 181-196, 1986.
- COMMONER, B. *The closing circle: nature, man and technology* New York: Knopf, 1971.

- COUTINHO, M. Contribuições para uma arqueologia do conceito de comunidade biológica. *Estudos de História e Saúde*, n.4, 1992.
- COUTINHO, MC. *Ecologia e pensamento ambientalista: uma reflexão acerca do tráfego de idéias e conceitos*. São Paulo: Contexto, 1992.
- EGERTON, F.(Ed). *History of American Ecology*. Salem: Ayer, 1977.
- EHRlich, P. *The population bomb*. New York: Ballantine Books, 1968.
- GLEASON, H.A. The individualistic concept of the plant association. *Bulletin of Torrey Botanic Club*, n.53, p.7-26, 1926.
- GOLDSMITH, E. The way: an ecological world-view. *The Ecologist*, n.18, p.64-74, 1988.
- HAGEN, J.B. Ecologists and taxonomists: divergent traditions in twentieth century plant geography. *Journal of the History of Biology*, n. 19, p. 197-214, 1986.
- KINCAID, H. Reduction, explanation and individualism. *Philosophy of Science*, n.53, p.492-513, 1986.
- LINDEMAN, R.L. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, n.23, p.399-418, 1942. McCORMICK.J. *Rumo ao paraíso*. Rio de Janeiro: Dumará, 1992.
- McINTOSH, R. P. The background and some current problems of theoretical Ecology. *Synthese*, n.43, p.195-255, 1980.
- McINTOSH, R.P. *The background of ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- MEADOWS, D. et al. *The limits to growth*. New York: New American Lib., 1972. ODUM, E.P. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1971.
- SIMBERLOFF, D. A sucession of paradigms in Ecology: essentialism and probabilism. *Synthese*, n.43, p.3-39, 1980.
- TAYOR, P.J., BLUM, A.S. Ecosystems as circuits: diagrams and limits of physical analogies. *Biology and Philosophy*, n.6, p.275-294, 1991.
- WARMING, E. Decology of plants: an introduction to the study of plant communities, In: KORMONDY, E.J.(Ed.). *Readings in Ecology*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1965, p. 125-129.
- THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our common future*. [S.l.]: Oxford University Press, 1987.