



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A
CIÊNCIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA

MARISA INÊS BILTHAUER

IMAGENS E ARGUMENTOS ECOLÓGICOS NOS LIVROS DIDÁTICOS:
QUE EDUCAÇÃO AMBIENTAL É CONSTRUÍDA?

MARINGÁ-PR

2007

MARISA INÊS BILTHAUER

**IMAGENS E ARGUMENTOS ECOLÓGICOS NOS LIVROS DIDÁTICOS:
QUE EDUCAÇÃO AMBIENTAL É CONSTRUÍDA?**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática da Universidade Estadual de Maringá, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Luzia Marta Bellini

MARINGÁ

2007

MARISA INÊS BILTHAUER

**IMAGENS E ARGUMENTOS ECOLÓGICOS NOS LIVROS DIDÁTICOS:
QUE EDUCAÇÃO AMBIENTAL É CONSTRUÍDA?**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática da Universidade Estadual de Maringá, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Luzia Marta Bellini
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Prof^ª Dr^ª Regina Maria Pavanello
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Prof. Dr. Jozimar Paes de Almeida
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dedico este trabalho

pelo incentivo, apoio e compreensão

*a minha família, especialmente a
minha filha Ana Caroline, a minha
mãe Marlene e meu irmão Claudemir.*

*aos colegas de trabalho e amigos:
Damasceno Lúcia Inês, Nilva e
Raquel.*

AGRADECIMENTOS

À **Profª Drª Luzia Marta Bellini**, a Marta, a quem eu há muito admiro e considero uma verdadeira “mestre”, tanto na Educação, como na vida. Agradeço por sua orientação e pelas lições de vida que me deu.

À **minha família**, pelo apoio, compreensão, incentivo e paciência demonstrados no decorrer dessa caminhada.

Aos **professores, colegas e funcionários do Programa de Mestrado em Educação para o Ensino de Ciências e Matemática**, pela oportunidade oferecida, ensinamentos e trocas de experiências.

A todos os **amigos e colegas** de trabalho do **Núcleo Regional de Educação de Paranavaí**, principalmente, a **Profª Sueli Alves Batista da Silva** e a **Profª Elga de Souza Machado**, pela compreensão e incentivo, e especialmente aos amigos **Damasceno, Lúcia Inês, Nilva e Raquel**, da **Coordenação Regional de Tecnologia na Educação – CRTE**, pelas vezes que se desdobraram para suprir minha ausência.

A todos os que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho.

RESUMO

Esta dissertação teve como objetivo analisar as analogias e metáforas de 12 livros didáticos acerca de Ecologia e Educação Ambiental; 4 livros de 1^a a 4^a séries do Ensino Fundamental; 4 livros de 5^a a 8^a séries do Ensino Fundamental e 4 livros do Ensino Médio. Metodologicamente realizamos o exame retórico dos temas ecologia e educação ambiental incluindo as ilustrações presentes nos livros. Como conclusão obtivemos: a) as metáforas harmonia e equilíbrio da natureza conferem às coleções analisadas concepções errôneas de ecossistema e ambiente; b) as metáforas população, comunidade, a noção de ecossistema, nicho, habitat, rede, teia são reduzidas à analogia de indivíduo, contradizendo o conceito de ecologia e ecossistema que tratam de dinâmicas populacionais e não individuais.

Palavras-chave: Ecologia, Educação Ambiental, livro didático, metáfora, analogia.

ABSTRACT

This dissertation has as objective to analyze the analogies and metaphors of 12 books concerning Ecology and Ambient Education; 4 books from 1st to 4th series of the elementary school; 4 books from 5th to 8th also of the elementary school and 4 books from the secondary school. Methodologically we carry through the rhetorical examination of the subjects ecology and ambient education including illustrations gifts in those books. As conclusion we got: a) the metaphors harmony and balance of the nature confer to the analyzed collections of books wrong conceptions of ecosystem and environment; b) the metaphors population, community, the ecosystem notion, niche, habitat, net, web are reduced to the individual analogy, having contradicted the concept of ecology and ecosystem that deal with population and not individual dynamic.

Key words: Ecology, Ambient Education, didactical book, metaphor, analogy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura A. Figura A: Evolução – Metáfora “escada”	24
Figura B: Evolução – Metáfora “árvore”	24
Figura 1: Corte de madeira – PA.....	54
Figura 2. Peixes Mortos na Represa Billings – SP.....	54
Figura 3. O lixo e a poluição do solo	55
Figura 4. Onde vivem os animais?	56
Figura 5. A Terra – O lugar de todos	57
Figura 6. Planeta bebê	57
Figura 7: Caverna – um ecossistema.....	58
Figura 8.1: A ecologia	59
Figura 8.2: Efeito dominó	59
Figura 9. Transmitindo Energia	60
Figura 10. Pirâmide de energia	61
Figura 11. Pirâmide de números	61
Figura 12. Cadeia alimentar em espiral	62
Figura 13. Teias alimentares	63
Figura 14. Terra com “Band-aid”	63
Figura 15: Amor à Terra... .. amor à vida	64
Figura 16. O que é a hipótese Gaia?	65
Figura 17. Indo ao médico	66
Figura 18. Planeta saudável	66
Figura 19. Equilíbrio Ecológico	66
Figura 20. Fases da vida	67

Figura 21. A caminho de uma reconciliação entre o ser humano e a natureza	68
Figura 22. Níveis de organização dos seres vivos	68
Figura 23.1. A dinâmica das comunidades: sucessão ecológica	69
Figura 23.2. Esquema de sucessão secundária em um campo abandonado	70
Figura 24.1. Conceitos básicos em Ecologia	71
Figura 24.2. Conceitos básicos em Ecologia	71
Figura 25. Habitat e Nicho ecológico	72
Figura 26. Níveis de Organização da vida no ecossistema do recife	72
Figura: 27. Sucessão primária e sucessão secundária	73
Figura: 28. Representação esquemática em um campo de cultivo abandonado	73
Figura: 29. A hipótese Gaia	74
Figura: 30. Os níveis de organização em ecologia	74

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
I. METODOLOGIA	14
II. O PAPEL DAS METÁFORAS E ANALOGIAS NA COMUNICAÇÃO.....	19
2.1. As figuras de retórica: linguagens e processos cognitivos.....	21
III. ECOLOGIA, MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: HISTÓRIA E CONSTITUIÇÃO TERMINOLÓGICA.....	26
3.1 Os níveis de Organização em Ecologia: a terminologia científica atual: Desta história da ecologia o que temos hoje para a ecologia?	41
3.2 Meio Ambiente e Educação Ambiental: história das terminologias.....	45
IV AS MÉTAFORAS E ANALOGIAS UTILIZADAS EM ECOLOGIA, MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA.....	53
V. CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	77

INTRODUÇÃO

Um dos instrumentos da argumentação é o que expõe a metáfora, ou metáforas, que nucleiam, condensam, significados de uma teoria [...] (MAZZOTTI, 2000, p. 56).

Nosso objeto de estudo são os sentidos que as analogias e as metáforas dão aos argumentos presentes nos livros didáticos de ciências quanto aos temas Educação Ambiental e Ecologia.

A efetivação do exame dos argumentos e das imagens dos livros foi feita sob a teoria da argumentação e de aspectos da linguagem como as figuras de retórica de Olivier Reboul (1975; 2004), Paula Contenças (1999), George Lakoff e Mark Johnson (2002) e Phillippe Breton (2003). Com os estudos destes autores pudemos compreender o processo da comunicação dos livros didáticos. Para isso, analisamos as figuras e textos contidos nos capítulos de Ecologia/Educação Ambiental/Meio Ambiente de 12 livros didáticos, 8 de ciências, do ensino fundamental e 4 de biologia, do ensino médio.

Para elaborar este trabalho de dissertação, propusemo-nos a examinar os argumentos, incluindo aí, as imagens utilizadas nos livros didáticos de Ciências e Biologia para compreender como os conhecimentos de Educação Ambiental/Ecologia chegam aos nossos alunos. Para nortear esse exame delimitamos nossos problemas de pesquisa em: Quais são as analogias e as metáforas dos livros didáticos para o ensino da Educação Ambiental? As imagens (fotografias, desenhos e pinturas) utilizadas nos livros didáticos aproximam ou afastam o leitor/auditório da Ecologia/Educação Ambiental?

O trabalho exposto aqui, do ponto de vista metodológico, consiste no levantamento bibliográfico para a fundamentação do trabalho, na seleção de diferentes livros

didáticos utilizados nas escolas públicas e privadas do Paraná e nos recortes de textos e imagens dos capítulos que abordam educação ambiental e/ou ecologia.

Justificamos esta pesquisa tendo em vista que, nas últimas décadas, nosso planeta vem sofrendo contínuas agressões e destruição dos recursos naturais, tais como: diminuição da água potável, aquecimento global, alterações climáticas, poluição da água, do ar e do solo, desmatamentos e outras formas de devastação. E, a partir da década de 60 do século XX, ampliaram-se as informações pela mídia impressa, televisiva e meios escolares acerca dos problemas ocasionados pelos impactos ambientais e sobre a importância da preservação do meio ambiente.

A mídia, o professor e/ou o livro didático quase sempre tratam de Educação Ambiental e Ecologia explorando analogias como “a Terra está doente”, “está em perigo” e “temos que salvá-la”.

Os textos didáticos, por sua vez, procuram adesão ao problema da preservação do planeta, uma vez que os impactos ambientais, no mundo todo, agravam-se. Ao fazer isso, os textos didáticos utilizam metáforas, recurso de linguagem, e, também, de pensamento (MAZZOTTI, 2005). Dessa maneira, a comunicação do conhecimento científico para a criança, muitas vezes, é simplificada; os conhecimentos ambientais são apresentados em uma linguagem reducionista mudando o sentido dos temas.

Para Mazzotti (2005, p.5):

[...] a compreensão dos processos envolvidos nos problemas ambientais exige um forte aparato conceitual que se desenvolveu pela constituição da Ecologia, originada na Fitogeografia e que, hoje, abrange um conjunto de disciplinas que têm em comum um certo modelo sistêmico das interações ambientais. Este modelo incorpora a dinâmica ou processos que se definem por meio de equilíbrio instáveis que podem ser estudados por meio da teoria dos sistemas dinâmicos. E assim, ao tentar resumir e simplificá-los, se perde

uma rica gama de processos e interações que estão inseridas nesses conceitos.

Compreender o que o autor de livro didático quer comunicar é fundamental para o professor e alunos, pois “aceitar um argumento é partilhar a opinião da qual este argumento é a apresentação e, por detrás dele, os valores, pontos de vista, a autoridade e até as novidades que fundamentam esta opinião” e mais ainda, “a argumentação leva à mudança, ela é uma mudança em ação, que implica pouco a pouco a integralidade da pessoa e que vai condicionar seu futuro” (BRETON, 2003, p. 176).

Sem dúvida a dimensão ambiental impõe-se na organização do ensino em todos os níveis, pois seu desconhecimento tem produzido as crises ambientais que vivemos. Para tal é preciso que os estudantes aprendam corretamente os modelos utilizados pelas ciências que buscam explicar as relações entre os seres orgânicos e inorgânicos, particularmente as referentes à produção de valores de uso para os homens [...] (MAZZOTTI, 2005, p.15).

Desse modo, nesta dissertação, apresentamos as sessões organizadas da seguinte forma: na 1ª sessão, “Metodologia” na qual apresentamos o percurso metodológico deste trabalho. Na 2ª sessão, “O papel das metáforas e analogias na comunicação”, apresentamos as dimensões teóricas para a análise dos livros didáticos; na 3ª sessão “Ecologia, Meio Ambiente e Educação Ambiental: história e constituição terminológica”, demonstramos alguns aspectos das analogias e metáforas da ciência Ecologia; na 4ª sessão, analisamos as analogias e as metáforas presentes nos livros didáticos e na 5ª sessão, nossas considerações finais.

I. METODOLOGIA

Toda prática envolve uma forma de atividade cognitiva.[...] No saber se inscrevem, se articulam e se expressam processos ecológicos e culturais, econômicos e tecnológicos. Ao mesmo tempo, o saber gera sentidos que mobilizam os atores sociais a tomar posições diante do mundo, definir suas identidades e projetar suas utopias (LEFF, 2005, p. 279).

A análise das metáforas do discurso do Livro Didático tem como objetivo estudar os diferentes sentidos que adquire a comunicação na escola via os textos didáticos. Este estudo – o das metáforas e analogias – faz parte da análise retórica de acordo com Olivier Reboul (1975; 2004), Paula Contenças (1999), George Lakoff e Mark Johnson (2002) e Phillippe Breton (2003).

Do ponto de vista metodológico nossa pesquisa é qualitativa e recorreremos à técnica da análise do discurso conforme descrevem Bauer e Gaskell, (2002). Conforme os autores:

A análise de discurso é um nome dado a uma variedade de diferentes enfoques no estudo de textos, desenvolvida a partir de diferentes traduções teóricas e diversos tratamentos em diferentes disciplinas. Estritamente falando não existe uma única “análise de discurso”, mas muitos estilos diferentes de análise, e todas reivindicam o nome. O que estas perspectivas partilham é uma rejeição da noção realista de que a linguagem é simplesmente um meio neutro de refletir, ou descrever o mundo, e uma convicção da importância central do discurso na construção da vida social (BAUER; GASKELL, 2002, p. 244).

Tomando como aporte teórico Olivier Reboul (2004), Paula Contenças (1990) e George Lakoff e Marc Johnson (2002), Breton (2003), selecionamos os textos dos livros didáticos escolhidos. Após a seleção dos excertos, marcamos as definições dos conceitos de ecossistema, hábitat, nicho, cadeia alimentar, população, comunidade, biosfera e a partir deste material examinou-se cada analogia levando em conta as definições advindas dos textos científicos sobre a história dos conceitos da ecologia.

As etapas metodológicas para o desenvolvimento da investigação proposta foram:

1º) Levantamento dos estudos sobre a História das Ciências Ecológicas e a Teoria da Argumentação e dos estudos aplicados.

2º) Seleção dos livros didáticos utilizados em escolas e colégios da rede estadual de ensino do Estado do Paraná, na cidade de Paranaíba.

3º) Exame das imagens e argumentos ecológicos e das lições ambientais apresentados nos itens de Educação Ambiental dos livros selecionados.

4º) Análise dos argumentos presentes nas definições de ecossistema, população, comunidade, biosfera, hábitat, nicho ecológico, cadeia e teia alimentar em teorias ecológicas por meio das obras de ACOT (1990), DROUIN (1991) e ODUM (1977) comparando as metáforas científicas com as dos livros didáticos.

O critério para a seleção dos livros foi a presença destes no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM), ambos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Dessa maneira, escolhemos a coleção para o Ensino Fundamental e os 3 livros didáticos do Ensino Médio, como recomendadas. Além de serem livros didáticos recentes, aprovados pelo PNLD 2006 e PNLEM 2007, os livros escolhidos são adotados pelas escolas e colégios municipais e estaduais do Município de Paranaíba-Pr. Os livros de 1ª a 4ª série são adotados em 22 escolas municipais, das quais 19 são urbanas e 3 são rurais; os de 5ª a 8ª série são utilizados em 10 escolas e colégios estaduais e os de Ensino Médio, em 8 colégios estaduais.

Agrupamos os Livros Didáticos em três categorias: os livros de 1ª a 4ª série, com noções básicas; de 5ª a 8ª que se destinam à introdução de conceitos ecológicos e/ou ambientais e os livros didáticos de Ensino Médio que apresentam noções mais complexas do tema.

Foram examinadas: a) 2 coleções de Ensino Fundamental: 4 livros de 1ª a 4ª série; 4 de 5ª a 8ª série.

A coleção de Ciências - Vitória Régia, 1ª a 4ª séries, de Samuel Ramos Lago e Erica Meirelles, da IBEP, 2001, é recomendada pelo guia do PNLD (2004, p. 196-199) por conter uma proposta pedagógica bem definida, boa qualidade das ilustrações, conteúdo adequado e correto que, em conjunto com atividades diversificadas, propostas de experimentos, possibilidades de discussões e debates, permitem um bom trabalho pedagógico.

A obra utiliza uma grande quantidade de ilustrações que, em geral, são de qualidade gráfica boa e contribuem significativamente para o aprendizado. De acordo com sua proposta pedagógica, a coleção utiliza figuras diversificadas que reproduzem ou complementam informações do texto escrito, explicam elementos do dia-a-dia ou ainda fatos e fenômenos. Algumas figuras não apresentam, de maneira conveniente, a noção de escala e proporção. O professor deve intervir a fim de evitar compreensões equivocadas dos alunos.

A coleção Ciências, de Cecília Valle, da Editora Positivo, 2004, composta por quatro livros: o de 5ª série, Terra e Universo; o de 6ª série, Vida e Ambiente; o de 7ª série, Ser Humano e Saúde e o de 8ª série, Tecnologia e Sociedade. Esta coleção se destaca, segundo o guia PNLD (2005, p. 18-26), pela preocupação em resgatar os conhecimentos prévios dos alunos, por apresentar conteúdos adequados a cada uma das séries, abordagem conceitual correta, linguagem clara, simples e gramaticalmente

correta e textos, figuras, fotografias e esquemas que permitem uma leitura agradável aos alunos. Há muitas ilustrações de qualidade. As fotografias e imagens são claras e bem impressas. O professor deverá ter em mente que a idéia de dimensão e escala em Ciências é fundamental para a compreensão de alguns conceitos.

b) 4 livros de Ensino Médio: 2 livros de volume único e 2 livro de uma coleção de 3 volumes.

O livro de Biologia – volume 3, de José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho, Moderna, 2005, se destaca, segundo o PNLEM (2007, p. 59-68), pelo volume de informações que vão além dos limites do esperado para o ensino médio. A obra apresenta um bom projeto gráfico, é ilustrada com esquemas, gráficos, fotografias e micrografias. Em geral, nas legendas das ilustrações há referências apropriadas ao tamanho e escala das estruturas representadas.

A obra Biologia – volume único, de Sônia Lopes e Sergio Rosso, Saraiva, 2005 se mostra, conforme o PNLEM (2007, p. 77-86), conceitualmente correta, com textos claros e bem redigidos. As ilustrações, com algumas exceções, são de boa qualidade e trazem créditos, indicações de escalas e ressalvas quanto ao uso de cores-fantasia. Contudo, segundo o guia do PNLEM, a obra apresenta alguns problemas conceituais nas áreas de genética, evolução e biologia celular e molecular.

De acordo com o PNLEM (2007, p. 43-58), o livro Biologia – volume único, de Augusto Adolfo, Marcos Crozetta e Samuel Lago, IBEP, 2005, apresenta textos com o mérito de não exagerar na quantidade de informações. Porém, esses livros não estão livres de imprecisões. Entre os pontos positivos da obra destaca-se o tratamento contextualizado que é dado à Biologia e às atividades propostas, que são bem diversificadas; valoriza a experimentação, o trabalho em grupo e contribui para a prática investigativa. No entanto, conforme o guia do PNLEM, alguns conceitos

centrais da ecologia, como ecossistema, nicho, interações ecológicas e teias alimentares são imprecisos. Isso compromete um aprendizado adequado dessa área da Biologia, que, por sinal, recebe pouca ênfase na obra.

Quanto às ilustrações, de acordo com o PNLEM, embora várias sejam pertinentes, claras e precisas, outras não contribuem para o enriquecimento do texto, ou apresentam imprecisões. Em alguns pontos há divergência entre o que a figura mostra e o que a legenda indica; outras figuras ilustram estruturas com imprecisão, não contribuindo para sua compreensão adequada. Algumas ilustrações não mantêm as proporções adequadas entre as partes e nenhuma ressalva a esse respeito é feita.

No livro *Biologia – Volume 3*, de César da Silva Júnior e Sezar Sasson, Saraiva, 2005, as características positivas, segundo o PNLEM (2007, p. 51-58), são os textos com observações, relatos históricos ou estudos de caso que contextualizam o conhecimento e provocam a reflexão. O guia considera os textos bem equilibrados com relação ao aprofundamento e à abrangência dos temas. O conteúdo é atualizado e integrado à realidade brasileira, possibilitando conexões com temas do nosso cotidiano.

Além disso, a obra apresenta também uma diversidade de exercícios para estimular o raciocínio e a discussão. Uma das lacunas do livro é a escassez de atividades práticas como experimentos, práticas, excursões, entre outros. Quanto às ilustrações, as figuras e tabelas são claras, de fácil interpretação e leitura. Elas complementam os textos de maneira muito eficiente e auxiliam os professores na ilustração de conceitos, fenômenos e organismos.

II. O PAPEL DAS METÁFORAS E ANALOGIAS NA COMUNICAÇÃO

A metáfora, que é uma elipse da analogia, pode ser um argumento quando ela serve para convencer [...] (BRETON, 2003, p. 133).

O ser humano pratica a argumentação “desde o momento em que se comunica” (BRETON, 2003, p. 23). Ou seja, “a partir do momento em que têm opiniões, crenças, valores e tenta fazer com que os outros partilhem destas crenças e valores”, há a comunicação. Isto é, “desde sempre, na medida em que o homem se identifica, ao contrário dos animais, com uma palavra, com um ponto de vista próprio sobre o mundo no qual ele vive” (BRETON, 2003, p. 23).

Para Breton (2003, p. 7) a argumentação é uma das ações humanas que têm como objetivo convencer e obter que uma pessoa, um auditório, um público adotem determinado comportamento ou que eles compartilhem de determinada opinião. É acionar um raciocínio em uma situação de comunicação.

Para que haja uma situação de argumentação, é necessária a existência de um emissor ou orador (ethos), uma mensagem (logos) e um receptor (pathos). Dessa forma, em uma situação argumentativa, sempre temos a interação “emissor – mensagem – receptor”. O “orador” é aquele que dispõe de uma opinião, e a comunica ao auditório, para que este dela partilhe. O “argumento” defendido pelo orador é opinião exposta para convencer na forma de um raciocínio argumentativo e pode ser apresentado por escrito (bilhete, carta, livro, mensagem eletrônica), pela palavra (rádio ou televisão), pela imagem, entre outros. O “auditório” pode ser uma pessoa, um público ou até mesmo, o próprio orador quando ele procura se “auto-convencer” (BRETON, 2003, p.29).

Argumentar, segundo Breton (2003), é escolher os aspectos de uma opinião que a tornarão mais aceitável para um determinado público, ou seja, transformar a opinião em um argumento de acordo com aquele auditório em particular.

No caso dos livros didáticos, estão presentes as dimensões *ethos/orador* quando a forma impressa é destinada à leitura e condução do professor e dos alunos em sala de aula; e a dimensão *logos* quando neles estão os “conteúdos” ou conhecimentos que guiarão as aulas do professor aos seus alunos.

Para ser um bom orador, além de saber falar, ler e interpretar, é necessário saber identificar também o que está implícito no discurso do outro, detectar o que o outro quer expressar, os seus argumentos, seus desejos, crenças, valores e saber contra argumentar. Ou seja, para ser persuasivo o orador deve, antes, compreender o seu público, aquele que lhe faz face, captar a força da retórica dele, bem como seus pontos fracos (REBOUL, 2004, p. XIX).

Reboul (2004, p. XIV), define a retórica como a arte de ganhar a adesão intelectual do público apenas com o uso da argumentação, de persuadir pelo discurso, entendido como toda a produção verbal, escrita ou oral, constituída por uma frase ou por uma seqüência de frases que tenha começo e fim e apresente certa unidade de sentido.

Desse modo, o processo de argumentação requer o estabelecimento do contraditório, da exposição dos enunciados favoráveis e desfavoráveis ao caso, mostrando que determinados enunciados são ou mais adequados ou completamente adequados ao objeto (MAZZOTTI; OLIVEIRA, 2000, p. 9).

Há, segundo Reboul (2004, p. XVIII a XXII), as quatro funções da retórica: a persuasiva, a hermenêutica, a heurística e a pedagógica. A pedagógica é a que mais

nos interessa, pois está relacionada à como “ensinar a compor um segundo plano, a encadear os argumentos de modo coerente e eficaz, a cuidar do estilo, a encontrar as construções apropriadas, a falar distintamente [...]” (REBOUL, 2004, p. XXII).

Na educação a linguagem tem um papel fundamental, pois o professor com auxílio de recursos didáticos, como o próprio livro didático, faz a contextualização e comunicação do conhecimento científico ao conhecimento escolar. E para facilitar sua comunicação e a aprendizagem de seus alunos, usa diferentes argumentos e figuras de linguagem, como a metáfora.

2.1. As figuras de retórica: linguagens e processos cognitivos

Lakoff e Johnson (2002), atribuem à metáfora um importante papel cognitivo, pois são por meio de metáforas que compreendemos o mundo, a cultura e nós mesmos, ou seja, “muitos conceitos básicos, como tempo, quantidade, estado, ação, etc., além de conceitos emocionais, como amor e raiva, são compreendidos metaforicamente” (LAKOFF; JOHNSON, 2002, p. 22). Para esses autores, as metáforas estão presentes intensamente em nossa vida cotidiana, tanto na linguagem, como nos nossos pensamentos e ações.

As imagens, assim como os textos, também podem ser consideradas metáforas, pois segundo JOLY (1996, p. 9), “comunicam e transmitem mensagens”, dessa forma possuem uma rica capacidade cognitiva e suas análises são primordiais na função pedagógica (JOLY, 1996).

Nos livros didáticos de ciências e biologia, de acordo com Mazzotti e Oliveira (2000, p.9), as metáforas são utilizadas pelos autores não somente como figuras de linguagem ou de estilo, para meramente embelezar ou emocionar o leitor, mas com função cognitiva. Ou seja, com o objetivo de assimilar e acomodar algo novo em esquemas ou

estruturas cognitivas anteriores. O processo pelo qual se assimila algo novo apóia-se na *analogia*; daí as metáforas serem consideradas “analogias condensadas”.

Mazzotti e Oliveira (2000, p. 25), tratando da metáfora dizem que:

[...] A metaforização é então, o mesmo que predicação, e a sua figura é a metáfora. Esta foi considerada uma figura argumentativa, ou cognitiva, que condensa uma analogia. Dissemos que o exame da analogia condensada na metáfora permite tanto a sua compreensão quanto a sua crítica. Mas ainda, afirmamos que os modelos usuais nas ciências são metáforas, as quais permitem uma simulação de processos investigados em cada ciência.

Mazzotti (2005), tratando do livro didático, diz que Comenius chamou-o de a “partitura do professor”. Os livros didáticos foram elaborados visando “ensinar tudo a todos”. Desta forma, os livros didáticos deveriam conter os modelos conceituais básicos das ciências para facilitar a comunicação dos conhecimentos científicos aos alunos, uma vez que seria impossível produzir livros didáticos com todos os conhecimentos científicos e os percalços, erros e acertos de sua construção histórica. Nesse percurso, os livros escolares seriam compêndios científicos que trariam modelos, definições e proposições científicas aos alunos. Mas, como alerta Mazzotti (2005), esses livros, ao longo de sua história, fizeram um caminho bem mais curto em direção às ciências, tornaram-se resumidos e os modelos apresentados ficaram bem distantes dos modelos dos cientistas.

Contenças (1999) aponta alguns caminhos que levaram os livros a se tornarem compêndios tão resumidos: a) o fato de os livros didáticos serem escritos por pessoas desligadas das ciências; b) os recursos lingüísticos utilizados pelos autores são distantes dos recursos dos cientistas devido a recontextualização do conhecimento científico em escolar; c) a retórica forçada dos livros didáticos, obrigados a serem mais “pedagógicos”.

No livro *A Eficácia da Metáfora*, Contencas (1999) trata das metáforas que constituem as teorias científicas da genética. Quando esses conhecimentos são contextualizados ao conhecimento escolar, as metáforas são modificadas, pois se crê que, assim mudadas, facilitem ao aluno a compreensão do modelo conceitual da ciência genética. Entretanto, diz Contencas (1999), neste caso, os argumentos científicos ao se tornarem argumentos didáticos, passam por um processo de mudança, ou como chama a autora, “retórica forçada”. Isso ocorre porque, para a autora, os argumentos são elaborados em um nível que visa mais entusiasmar, interessar e persuadir o aluno do que introduzi-los em uma ciência.

Do ponto de vista político, Marlene Mazzotti (2005) aponta que o livro didático leva o professor a optar pelos textos dos livros escolares devido a uma sobrecarga em sua jornada de trabalho. O professor, muitas vezes, se vê sem o tempo necessário para preparar aulas mais práticas e dinâmicas e opta pelo uso do livro didático, pois este traz o conteúdo pronto e o exime da tarefa de pesquisar, em diferentes meios, um texto ou uma atividade mais adequada e prazerosa ao aluno.

[...] se por um lado o livro didático facilita o trabalho do professor, por outro lado estreita cada vez mais o seu campo de decisão e controle de seu próprio trabalho, pois cabe-lhe cada vez menos decidir sobre o quê e como ensinar uma vez que tais elementos já estão determinados no livro didático [...] (MAZZOTTI, 1986, p. 12).

Um exemplo, examinado por Bellini (2006), é a metáfora “escada”, que os livros didáticos utilizam ao tratar da evolução do *Homo sapiens*. A autora analisou 12 livros didáticos e, em todos os textos examinados, prevalece a metáfora “escada” com um homínido atrás do outro. No entanto, a metáfora mais adequada, mais próxima das descobertas científicas é a metáfora “árvore”, a metáfora elaborada por Darwin e aceita pelos cientistas, pois esta se aproxima mais das descobertas fósseis feitas pelos biólogos e paleontólogos. Ou seja, vários fósseis homínidos datam da mesma época; não se sucederam uns após os outros.

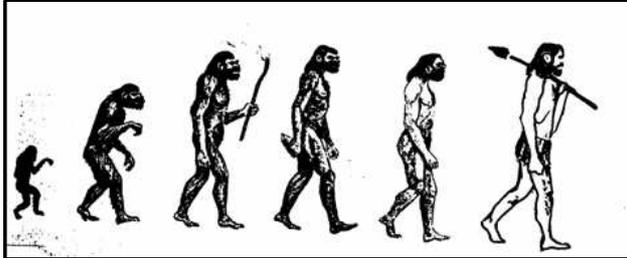


Figura A. Evolução – Metáfora “escada”

Fonte: O conceito de Evolução nos livros didáticos: avaliação metodológica.

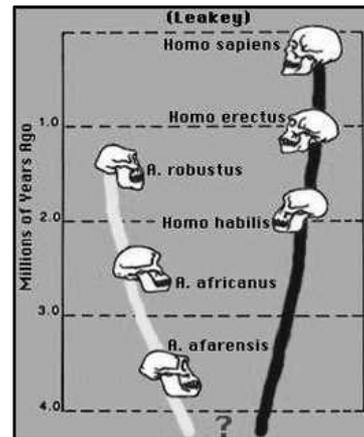


Figura B. Evolução – Metáfora “árvore”

Para a autora, os livros didáticos analisados, ao tratarem do tema evolução com a metáfora escada, cedem o lugar do conceito de evolução à idéia de criacionismo, perdendo seu sentido original, dado por Darwin e biólogos do século XX.

Mazzotti (2005), também mostra em seu artigo *Elementos para a Introdução da Dimensão Ambiental na Educação Escolar – 2º Grau*, como a noção de equilíbrio, analogia comumente utilizada nas lições didáticas de ecologia e educação ambiental, não corresponde ao modelo científico da dinâmica de um ecossistema.

[...] A idéia de equilíbrio, hoje, é assumida como sendo a do equilíbrio instável, de auto-regulação instável que tende desaparecer para se instalar outro equilíbrio instável. Não haveria, assim, harmonia preestabelecida e sim um processo de equilibração que tendencialmente caminha para a ruptura que resulte em um novo processo de equilibração. O ritmo e a escala do processo tornam-se objetos centrais das investigações. Se e quando se assimila o equilíbrio instável à harmonia (pré ou pós) chega-se à noção valorativa da permanência do existente como algo desejável, ou seja, assume-se que a mudança, a transformação é algo indesejável sob todos os pontos de vista. Coloca-se, pois, o problema ético, logo, político, da gestão do mundo (cosmos) que classicamente tem sido apresentado, no Ocidente, como o “direito do homem interferir nas coisas de Deus”. Emerge, dessa maneira, a ideologia da Natureza Sagrada, do retorno ao Paraíso Perdido, etc” (MAZZOTTI, 2005, p. 99).

Acot (1990), Bellini (2005) e Mazzotti (2005) alertam que a noção de equilíbrio é usada por muitos ambientalistas para se referir a um ambiente; mas para os ecólogos,

os ecossistemas são sistemas instáveis; nesse sentido, não atingem o equilíbrio ecológico.

Como vemos, no processo de recontextualização do conhecimento científico ao escolar, as metáforas e/ou analogias podem ganhar outros sentidos, sentidos diferentes das teorias científicas. Apesar dos estudos promissores envolvendo o uso da linguagem metafórica na Educação em Ciências, é preciso tomar cuidado com suas limitações para não cometer certos erros conceituais e/ou se afastar da teoria científica que se está estudando.

III. ECOLOGIA, MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: HISTÓRIA E CONSTITUIÇÃO TERMINOLÓGICA

[...] uma teoria que coordene contribuições de diversas outras e de maneira a estabelecer um sistema inteligível do já realizado, pode vir a estabelecer uma teoria interdisciplinar [...] (MAZZOTTI, 2000, p. 77)

O termo "ecologia" do grego oikos, casa, e logos, ciência, foi criado em 1866, com a grafia "oecologia", pelo biólogo alemão Ernst Haeckel para designar "a ciência da economia, dos hábitos, do modo de vida, das relações vitais externas dos organismos" (ACOT, 1990, p. 27). Haeckel descreveu o mundo vivo com a metáfora CASA, COMUNIDADE, na qual cada espécie tem um papel a desempenhar na economia global.

No mesmo período histórico, outros termos surgiram concorrendo com o termo ecologia, como, por exemplo, o termo mesologia ou teoria dos meios, criado por Louis-Adolphe Bertillon e o de hexicologia, formado pelo grego *hexis* (estado, condição), este último proposto pelo inglês Mivart, em 1880 (DROUIN, 1990, p. 18).

Para Acot (1990, p. 27), a expressão "ecologia" significa "ciência do habitat". Trata-se do radical indo-europeu *weik*, do qual deriva o *oikos*. Para Acot (1990, p. 27) "indica uma unidade *social* imediatamente superior à *casa* do chefe de família". Mais tarde, para os ecólogos, a ecologia foi chamada a "*ciência das comunidades*" (ACOT, 1990, p. 27, destaque em itálico feito pelo autor). A metáfora CASA ou COMUNIDADE ganhou lugar na teoria ecológica.

Acot (1990) considera que Haeckel apresentou, no segundo volume da publicação *Generelle Morphologie der Organismen*, uma definição mais apropriada ao termo Ecologia, pois esta abarca com amplitude as interações ecológicas: "Por *ecologia*

entendemos a totalidade da *ciência das relações do organismo com o meio ambiente*, compreendendo, no sentido lato, todas as “condições de existência” (ACOT, 1990, p. 27).

Em 1868, Haeckel redefiniu o termo Ecologia pela terceira vez; tentou ligar os conhecimentos da biogeografia aos conhecimentos da economia da natureza.

A ecologia ou distribuição geográfica dos organismos é [...] a ciência do conjunto das relações dos organismos com o mundo exterior ao ambiente, com as condições orgânicas da existência; o que se chamou de economia da natureza, as mútuas relações de todos os organismos vivos num único e mesmo lugar, sua adaptação ao meio que os cerca, sua transformação pela luta para viverem, sobretudo os fenômenos do parasitismo, etc. (HAECKEL apud ACOT, 1990, p. 27-28).

Em janeiro de 1869, segundo Acot (1990), durante uma conferência proferida na Universidade de Jena, Haeckel apresentou outra definição semelhante a anterior, porém fazendo clara referência ao darwinismo:

Por ecologia, entendemos o corpo do saber concernente à economia da natureza – o estudo de todas as relações do animal com seu meio ambiente inorgânico e orgânico; isso inclui, antes de mais nada, as relações amigáveis ou hostis com os animais e as plantas com as quais entre, direta ou indiretamente, em contato – numa palavra, a ecologia é o estudo dessas inter-relações complexas às quais Darwin se refere pela expressão de condições da luta pela existência (ACOT, 1990, p. 28).

E, finalmente, em 1874, o conceito de ecologia foi publicado na *Anthropogénie*, por Haeckel como:

O conjunto das relações tão variadas dos animais e das plantas, de suas relações com o mundo externo, os fatos tão interessantes do parasitismo, da vida em família, dos cuidados com a ninhada e com o socialismo, etc., tudo isso não poderia ser explicado simples e naturalmente senão pela teoria da adaptação e da hereditariedade (ACOT, 1990, p. 28).

Acot (1990, p.28) destaca que essas cinco definições de Haeckel ressaltam que “o conceito haeckeliano de ‘ecologia’, pelo menos em parte, constituiu-se no quadro

científico e ideológico da economia da natureza, dos equilíbrios naturais e da adaptação dos seres vivos às suas *condições de existência*”.

Do final do século XIX ao início do século XX, alguns naturalistas empregaram o termo “*oecologia*” para nomear a geografia botânica que estudava relações das plantas com o seu meio (DROIUN, 1990). Um desses trabalhos de destaque, segundo Drouin (1990, p. 18), foi o do botânico dinamarquês Eugene Warming que, em 1895, utilizou o termo ecologia no *Oecology of plants*.

O termo ecologia, da metade do século XIX ao século XX, passou a se referir à adaptação dos seres vivos e aos estudos de todos os grupos vivos aquáticos ou terrestres. Como disse Odum (1977, p. 22), é mais moderno “definir a Ecologia como o *estudo da estrutura e função da Natureza*”. No entanto, deve ficar claro que o homem faz parte dessa Natureza, assim como todos os outros seres vivos (ODUM, 1977).

Segundo Acot (1990, p. 7), o termo “ecologia” tornou-se mais popular no início da década de 70, após o acidente da “maré negra”, causada pelo petroleiro *Torrey Canyon*, na França, em 1967, e pelas lutas pela preservação do Parque da Vanoise contra a atividade imobiliária local. Essas duas ocorrências geraram dois grandes movimentos ambientalistas e houve uma “popularização da natureza e o do esgotamento dos recursos naturais” ACOT (1990, p. 7).

Atualmente, a palavra Ecologia é usada para indicar uma disciplina científica desenvolvida em ambiente acadêmico e, também, como afirma Acot (1990), para identificar um vasto e diversificado movimento social, que dependendo do lugar e da situação, pode ganhar características de um movimento popular, com objetivos ideológicos e políticos. Assim, a ecologia científica “mantém fatalmente uma relação ambivalente com o movimento social que tem o mesmo nome e que a segue como uma

sombra” (DROUIN, 1990, p. 19). Os ecólogos, cientistas formados e praticantes da ecologia científica, procuram se distinguir dos ecologistas que praticam a ecologia como movimento em defesa do meio ambiente, conhecido como ecologismo (DROUIN, 1990).

Acot (1990, p. 1) ressalta que a preocupação do ecólogo deve ser a de “propor leis de estruturação e de funcionamento das comunidades de organismos em relação com seu meio ambiente”. Cabe-lhe, então, competência para os estudos de impacto ambiental, proteção de espécies ameaçadas, gestão da caça ou dos recursos hídricos, entre outras funções (ACOT, 1990).

Para a comunidade de não cientistas, a distinção entre a ecologia científica e o ecologismo foi realçada com a publicação, em 1983, no *Petit Larousse illustré*, da ecologia como o “estudo científico das relações dos seres vivos com o seu meio natural”, e do “ecologismo” como a “defesa do meio natural, proteção do meio ambiente” (DROUIN, 1990, p. 19).

Drouin (1990) assinalou que, na passagem do século XIX ao XX, o termo “meio ambiente” ainda estava sendo elaborado como termo da área ambiental. Em 1927, Vidal de la Blache apresenta-o como o equivalente inglês da palavra “meio”, mas é somente no final da década de 60 que este se tornou conhecido no seu sentido atual. No *Nouveau Petit Larousse illustré*, a palavra ecologia foi publicada, em 1956, como “parte da biologia natural que estuda as relações dos seres vivos com o seu meio natural”. Em 1961 surgiu, de fato, o termo “meio ambiente”. Em 1976, esse mesmo dicionário, apresentou um artigo de ecologia semelhante ao da edição de 1956, porém mais completo, ou seja, como “Estudo científico das relações dos seres vivos com o seu meio natural”. Uma segunda definição foi acrescentada “Defesa dos meios natural, proteção do meio ambiente” (DROUIN, 1990, p. 18).

É difícil definir uma data exata para o início dos estudos de ecologia, pois, segundo Drouin (1990, p.28), “a ecologia possui uma pré-história, formada pelo conjunto dos enunciados que, embora produzidos antes de ela ser constituída, tratam de realidades empíricas que hoje entrariam no seu campo”. Existem inumeráveis anotações nas obras de filósofos, médicos, agrônomos e mesmo de poetas que relatam as tradições e práticas de nossos antepassados em relação à natureza.

Muito antes de alguém se definir como “ecólogo” ou como “ecologista”, silvicultores e agrônomos, naturalistas e geógrafos, veterinários e médicos preocuparam-se com as relações entre os seres vivos e os seus meios, e antes mesmo da existência de qualquer dessas profissões, lenhadores, cultivadores, pastores, caçadores, pescadores acumularam, ao percorrerem ou trabalharem as paisagens, uma memória dos seus gestos, que podemos ler como um saber ecológico (DROUIN, 1990, p. 19).

Hipócrates¹ (460 a 377 a.C.) em sua obra *Dos ares, das águas, dos lugares*, já apresentava observações e reflexões sobre a influência do meio sobre a saúde e as doenças, que culminaram posteriormente no movimento higienista dos séculos XVII e XIV (DROUIN, 1990). Também Platão² (428/427 a 347 a.C.) em seu diálogo *Critias* relata as características da paisagem de Ática³, com suas grandes árvores e destaca a presença de nascentes de água nos locais onde eram construídos os santuários (DROUIN, 1990).

Drouin (1990) comenta que Cícero⁴ (106 a 43 a.C.), ao expor “para uso do público latino as idéias da filosofia estoica, indicava a associação entre a pinha marinha, um grande molusco bivalve, e o pinnoptero, um pequeno crustáceo” (DROUIN, 1990, p. 28).

¹ Hipócrates (c.460-c.377 a.C.). Médico grego. Figura símbolo das ciências curativas. Usou a análise clínica como fonte de informação e recusou as interpretações mágicas e religiosas das doenças (BARSA, 1998).

² Platão (c.428-c.348 a.C.). Filósofo grego. Um dos pensadores mais influentes de todos os tempos. Estabeleceu com Sócrates e Aristóteles as bases da filosofia ocidental (BARSA, 1998).

³ Ática. Península da Grécia, banhada pelo mar Egeu e pelos golfos de Corinto e Sarônico, onde está situada a capital Atenas. Agricultura, pecuária, mineração, mármore (BARSA, 1998).

⁴ Cícero (106-43 a.C.). Político e escritor romano. O maior de todos os oradores da Roma antiga uniu filosofia e ação política em defesa dos princípios republicanos (BARSA, 1998).

Como vemos, os antigos também se preocupavam com a vegetação, principalmente os antigos agrônomos, que registravam numerosas observações sobre esta. Entre eles, está Virgílio⁵ (70 a.C. a 19 a.C), que trata de forma poética as árvores e arbustos em seu livro II de *Geórgicas* (DROUIN, 1990).

Uma das obras mais sérias sobre a Natureza, de acordo com Acot (1990), foi o tratado de zoologia *Historia animallum*, escrito por Aristóteles em 335 a.C. Este filósofo descreveu aproximadamente 300 espécies de vertebrados (DURRELL, 1989), principalmente nos livros VIII e IX, nos quais enumerou “os diferentes modos de vida dos animais” (ACOT, 1990, p. 2).

Os estudos de Aristóteles sobre os animais na Grécia antiga foram as bases para os trabalhos de Plínio⁶, o Velho, em Roma. Plínio em sua *Historia naturalis*, 75 d.C., fez importantes observações zoológicas, embora tenha incluído animais místicos como “cavalos alados, unicórnios e sereias” (DURRELL, 1989, p. 11).

Após Plínio, o Velho e durante dezesseis séculos, a história natural pouco progrediu (ACOT, 1990). Nesse período, os jardins zoológicos existentes estavam nas mãos da nobreza, que os conservavam sem nenhuma preocupação científica. Os livros de história natural, até os séculos XVI e XVII, uniam os herbários e bestiários, e mesclavam o uso de plantas medicinais com magia (DURRELL, 1989).

Talvez devamos ver nessa interrupção muito longa uma consequência do fato de que, durante a Antiguidade tardia e o período medieval, a medicina, a botânica medicinal, a “história natural” e as metafísicas da Alma se situam no campo coberto por um pensamento aristotélico cristianizado, cujo finalismo e providencialismo não favorecem o questionamento das relações entre seres vivos, e entre seres vivos e meios externos (ACOT, 1990, p. 4).

⁵ Virgílio (70-19 a.C.). Públio Virgílio Marão, poeta latino. Mais importante poeta de língua latina, autor de versos de nobre melancolia e incomparável beleza (BARSA, 1998).

⁶ Plínio, o Velho (23-79). Escritor romano, também conhecido como Plínio o Naturalista. Deixou obra fundamental para o saber científico até a Idade Média (BARSA, 1998).

Somente após os avanços do Renascimento⁷ e da obra de Galileu⁸, no início do século XVI, as observações da natureza aprimoraram-se. Ocorreu uma sucessiva mudança nas atitudes dos estudiosos: passou-se de uma visão ingênua para outra, de caráter mais científico. Os antigos bestiários e herbários foram substituídos por livros de história natural (DURRELL, 1989).

Com as navegações e a descoberta dos novos continentes, um grande número de espécies foi descoberto pelos viajantes e naturalistas. Estes exploravam cada dia mais o mundo, descobrindo um número maior de animais e plantas, o que dificultava sua contagem e organização. Isso fez com que os naturalistas percebessem a necessidade de um sistema de classificação dos seres vivos (DURRELL, 1989).

Lineu (1707 a 1778), botânico e médico sueco, professor de Upsala⁹, criou um sistema complexo de classificação e nomenclatura científica dos seres vivos, denominado Sistema Binomial. Este sistema foi aperfeiçoado no decorrer dos últimos anos e é utilizado até hoje (SOARES, 2005). Esse sistema foi publicado no *Systema Naturae*, lançado em 1735. Apresentou as regras para classificar e denominar animais e plantas, que só estabeleceu as regras modernas de classificação¹⁰ adotadas até a atualidade, em sua 10ª edição, em 1758.

O “sistema sexual” de Lineu recuou no fim do século XVIII com a concorrência do método das famílias naturais, cujo método é o de agrupar em uma mesma família as plantas mais semelhantes, mesmo que para isso seja necessário recorrer a diversos critérios (DROUIN, 1990). As características ou caracteres de uma planta estão

⁷ Movimento cultural que se iniciou na Itália e se propagou pela Europa nos séculos XV e XVI. Por extensão, período da civilização ocidental marcado pela volta à antiguidade clássica (BARSA, 1998).

⁸ Galileu (1564-1642). Galileu Galilei, físico e astrônomo italiano. Inaugurou nova fase na história da ciência ao defender o racionalismo matemático como base do pensamento científico (BARSA, 1998).

⁹ Cidade da Suécia, capital do condado de mesmo nome, a 66km de Estocolmo (BARSA, 1998).

¹⁰ Regras essas que foram confirmadas somente em 1898, no I Congresso Internacional de Nomenclatura Científica, na Hungria e reafirmadas posteriormente, em 1927, em outro congresso (SOARES, 2005).

A classificação sistemática do reino vegetal proposta por Lineu era baseada no número dos órgãos sexuais da flor, e por recorrer a esse único critério, era de fácil utilização. No entanto, frequentemente, plantas com um mesmo número de estames¹⁰ eram reunidas numa mesma classe, o que tornava o método um tanto artificial (DROUIN, 1990).

A criação do “método natural” presente na obra dos botânicos franceses Bernard de Jussieu, Michel Adanson e Antonio-Laurent de Jussieu. Este último dedicou a Linné o livro *Genera plantarum* (1789), considerado sua obra mais importante (DROUIN, 1990).

sempre constantes no interior de uma família, podendo-se assim, de acordo com os diferentes caracteres, estabelecer uma hierarquia de critérios de classificação e formar novas famílias, nas quais possa se abranger todos os “gêneros de plantas”, sem correr o risco de aproximações ou separações arbitrárias (DROUIN, 1990, p. 30).

O sistema de classificação de Lineu foi abandonado, mas a sua nomenclatura foi mantida¹¹. Os estudos de Lineu foram importantes, pois trouxeram o conceito de “economia da natureza”¹². Em 1749, Lineu definiu “economia da natureza” como “a muito sábia disposição dos seres naturais, instituída pelo supremo Criador, segundo a qual aqueles se orientam para fins comuns e têm funções recíprocas” (DROUIN, 1990, p. 34).

A metáfora de economia da natureza, que se constituiu em uma noção da obra linneana, assegurou múltiplas funções. Garantiu a complementaridade dos diferentes subdivisões da história natural e favoreceu a comunicação dos conhecimentos entre eles. Evidenciou a importância social do naturalista, explorador dos recursos não utilizados. Apoiando a teologia, justificou a crença num Deus criador que nada fez em vão e, e assim, reforçou o preceito da história natural. (DROUIN, 1990, p. 36).

Para Drouin (1990, p. 36), Lineu estava “simplesmente convencido que a história natural é útil à sociedade porque revela a utilidade das coisas aparentemente inúteis, e está não menos convencido que essa utilidade universal é a marca de fabrico do Criador”.

¹¹ Segundo Drouin (1990), “classificar espécies é uma coisa, nomeá-las é outra. Antes de Lineu, os nomes das plantas eram frases que procuravam definir a planta. Variavam de um autor para outro e o seu uso era logicamente incomodo. Num primeiro tempo, Lineu começou por estabelecer regras de determinação para reconhecer os gêneros, depois as espécies e aplicou-as a todas as espécies vegetais – e também animais – de que podia ter conhecimento. Deu a cada espécie um nome de gênero que ela partilhava com as espécies vizinhas e uma frase que permitia “especificá-la”. Até aí, definira cada espécie, um pouco como o tinham feito os seus predecessores, mas não a nomeara. Só num segundo tempo é que foi levado, por razões essencialmente pedagógicas, a dissociar o nome e a descrição e a criar os “binomes” que cada espécie atribuem um adjetivo ou um substantivo específico que se segue ao nome genérico”. [...] (DROUIN, 1990, p. 31).

¹² Naturalista preocupado com teologia, Lineu constata a existência de um *sistema da Natureza* que preside às inter-relações específicas e que, como teólogo, designa uma origem e uma finalidade divinas para esse sistema: “Tudo o que cai sob nossos sentidos, tudo o que se apresenta ao nosso espírito e que merece ser observado, por sua disposição, concorre para manifestar a glória de Deus, isto é, para produzir o fim que Deus quis como finalidade última de todas as suas obras” (ACOT, 1990, p. 5).

A metáfora da economia da natureza, de acordo com Drouin (1990, p. 39), se dividiu em três partes: 1) a interdependência das espécies; 2) a circulação dos elementos; 3) a localização das espécies.

Para J. Bernardin de Saint-Pierre (1983), a metáfora HARMONIA, não deixou de ser, conforme Drouin (1990, p.40), “um avatar da teologia natural, um avatar dominado pela idéia de uma harmonia perfeita na qual o mínimo elemento tem a sua importância”.

Para Drouin (1990, p. 40):

A harmonia deste globo seria em parte destruída, talvez inteiramente, se suprimisse nem que fosse só o mais pequeno genro de plantas; porque a sua destruição deixaria sem verdura um certo espaço de terreno e sem comida a espécie de inseto que aí encontra a sua vida: a sua destruição arrastaria a perda da espécie de ave que com ele alimenta os seus filhotes; e assim até ao infinito (DROUIN, 1990, p. 40).

Drouin (1990, p. 42), afirma que as metáforas HARMONIA, REDE E CADEIA ALIMENTAR interessaram a Lavoisier. Ele as utilizou para resumir a “maravilhosa circulação entre os três reinos” em um de seus últimos escritos:

Os vegetais colhem no ar que os rodeia, na água e, em geral, no reino mineral os materiais necessários à sua organização. Os animais alimentam-se ou dos vegetais ou de outros animais que se alimentaram eles próprios de vegetais, de maneira que as matérias que os formam são sempre, em última análise, extraídas do ar e do reino mineral. Em fim, a fermentação, a putrefação e a combustão devolvem continuamente ao ar da atmosfera e ao reino mineral os elementos que os vegetais e os animais lhes tomaram (DROUIN, 1990, p. 42)¹³.

¹³ “Este texto servia de introdução a um projeto de prêmio que deveria ser proposto pela Academia das Ciências para o ano de 1794. De fato, a Academia será suprimida em Agosto de 1793 e só viria a ser restabelecida sob o nome de Instituto em 1795, tendo Lavoisier sido entretanto guillotinado. Este prêmio devia recompensar a comunicação que melhor explicasse o papel do fígado na economia animal” (DROUIN, 1990, p. 42).

Outro estudioso dessas relações entre animais e plantas foi J. Thurmann. Ele trouxe a noção de biodiversidade ao declarar:

A flora de um país e a sua vegetação são duas coisas diferentes que não devem confundir: a primeira prende-se sobretudo com o número das formas vegetais distintas que ali se observam, a segunda com as suas proporções e associações” [...] A vegetação pode ser luxuriante e a flora pobre, o solo estéril e a flora rica (DROUIN, 1990, p. 55).

Com Humboldt o estudo da vegetação ampliou-se. Ele definiu a vegetação em um sistema explicativo global: os parâmetros físicos (temperatura, umidade, etc.) determinados por elementos espaciais (altitude, latitude, etc.), estabelecem as características da vegetação que, em seguida, influem sobre os animais e os homens. Esta cadeia causal relevaria uma visão bastante mecanicista se Humboldt não tivesse levado em conta a atividade do homem que introduz espécies vegetais, utiliza-as e modificam, desse modo, as paisagens ecológicas (DROUIN, 1990, p. 57).

Humboldt usou a metáfora ASSOCIAÇÃO de vegetais para compor seu modelo de paisagem ecológica. Para Humboldt, conforme Drouin (1990), a morfologia individual do vegetal e o modo de agrupamento das plantas determinam a fisiologia da paisagem. Humboldt observou que certos vegetais cresciam “isolados e esparsos”, enquanto que outros cresciam agrupados. A partir desta constatação, Humboldt utilizou a palavra associação, que posteriormente foi empregada com frequência na história da geografia botânica. A geografia botânica, segundo Humboldt, “considera os vegetais de acordo com as relações da sua associação local nos diferentes climas” (DROUIN, 1990). Um exemplo, são as “estevas”¹⁴ constituídas pela “associação” de duas espécies do gênero *Érica* e de dois líquens (DROUIN, 1990). Dessa forma a palavra “associação” representa “a idéia de um agrupamento, especialmente limitado, definido pela co-presença de varias espécies” (DROUIN, 1990, p. 60).

¹⁴ Esteva. Planta arbustiva da família das cistáceas (*Cistus ladaniferus*), originária da região mediterrânea. Produz o ládano, resina aromática de largo uso em perfumaria (BARSA, 1998).

Outro estudo muito importante para a constituição da ecologia foi o de Warming, estudioso do século XIX. Este enfatizou a metáfora COMUNIDADE, que passou a ser um conceito do campo da ecologia.

Warming, professor em Copenhagem, começou a sua carreira científica graças a um estudo da vegetação brasileira. Publicou, em 1895, uma obra na qual realizou uma perfeita articulação entre a geografia botânica e a ecologia, diferenciando dois tipos de geografia das plantas, uma “florística” e a outra “ecológica”, definindo esta última como:

A ecologia procura: 1º) determinar quais são as espécies que se encontram geralmente associadas nos mesmos habitats (estações). [...] 2º) traçar a fisionomia da vegetação e da paisagem. (...) 3º) responder às seguintes questões: - por que tem cada espécie um comportamento e um habitat que lhe são próprios? – por que se agrupam as espécies em comunidades? – por que têm elas uma fisionomia característica? (...) 4º) estudar os problemas respeitantes à economia das plantas, as suas exigências face ao meio e os processos que usam para tirar partido das condições ambientais e adaptar para esse fim a sua estrutura interna e externa e a sua forma geral (DROUIN, 1990, p. 61).

Na constituição da ecologia, com Warming e o botânico Candolle, surgiu a noção de NICHOS como “referente ao lugar de uma espécie, seu comportamento, seus recursos. Não significou lugar de indivíduos ou mesmo a subconjuntos da espécie. [...]” (DROUIN, 1990, p. 62).

Augustin-Pyramus de Candolle, segundo Drouin (1990), foi um dos naturalistas que mais contribuiu para o nascimento da geografia botânica. Este estudioso, apesar de ter conhecido toda a Europa, desenvolveu a maioria de suas atividades botânicas em gabinetes de história natural e jardins botânicos, tendo, como materiais, plantas em cultura e folhas de herbário.

De acordo com Drouin (1990, p. 62) foi no *Dictionnaire des sciences naturelles*, em 1820, que Candolle expôs de forma mais completa, o problema a respeito dos “fatores que atuam sobre a repartição das diferentes espécies vegetais, depois das estações, ou seja, dos meios onde se encontram, finalmente das habitações, a saber, as regiões onde elas crescem naturalmente. [...]” (DROUIN, 1990).

Após ter demonstrado a “influência da temperatura e a dos outros fatores físicos para a ecologia”, Candolle destacou que esses não são os únicos fatores responsáveis pela repartição das espécies no planeta, pois, segundo o autor, mesmo em duas regiões com condições semelhantes de temperatura, altitude, solo e umidade, mas situadas em regiões diferentes, como a Europa e a América do Sul, existem espécies com características bem diferentes, apesar das características climáticas das regiões serem muito parecidas (DROUIN, 1990).

Como afirma Drouin (1990, p. 64), Candolle, no fim do século XIX, estudando a botânica do ponto de vista de sua geografia, também contribuiu para a Ecologia. Segundo Drouin (1990, p. 54), ele demonstrou que:

As semelhanças entre espécies vizinhas não são menos espantosas que as diferenças entre espécies afastadas. Os animais e as plantas da América do Sul equatorial têm mais afinidade com as da América do Sul temperada do que com as da África.

Para Candolle, existia um “elo orgânico íntimo e profundo” entre as produções de um mesmo continente, constituído pelo caráter hereditário. Ou seja:

[...] a afinidade entre as espécies de uma região biogeográfica explicar-se-ia por uma comunidade de origem e as diferenças provêm, sobretudo da seleção natural que, em meios diferentes, favoreceu variações diferentes. A fauna e a flora das ilhas, porque são ao mesmo tempo próximas e diferentes das do continente, ilustrariam claramente este processo (DROUIN, 1990, p. 64-65).

Desse modo, a Ecologia pôde formular os conceitos de formação e associação vegetal (DROUIN, 1990). Em 1915, como afirma Drouin (1990, p. 75) o conceito de associação vegetal foi definido por Braun-Blanquet como “[...] um agrupamento vegetal mais ou menos estável e em equilíbrio com o meio ambiente, caracterizado por uma composição florística determinada na qual certos elementos exclusivos ou quase (espécies características) revelam pela sua presença uma ecologia particular e autônoma”.

Drouin (1990) chama a atenção, também, para o neologismo “biosfera”, proposto por Eduard Suess, em 1875. Na obra *A Face da Terra*, Drouin (1990, p. 69) cita Suess:

É a Lamarck e a Darwin que devemos o fato de termos chegado a esta concepção (da solidariedade de toda a vida). Ora, agora que o caminho está aberto, este ponto de vista não nos aparece já de partida comum, fisiológico, ao qual esses grandes sábios nos reconduziram. Ele implica a noção de uma *Biosfera*, que marca à vida o seu lugar por cima da *Litosfera* e que, aliás, só envolve a vida no nosso planeta, com as condições de temperatura, de constituição química, etc., que ela supõe e excluindo todas as especulações sobre os processos vitais eventualmente sediados noutros corpos celestes. Destas condições resulta que a biosfera é um fenômeno limitado não só no espaço, mas também no tempo.

A idéia de biosfera segue-se a de biocenose de Mobius para designar o conjunto das espécies em um mesmo meio partilhando e concorrendo pelos mesmos alimentos (DROUIN, 1990).

Nas primeiras décadas do século XX, a Ecologia conheceu mais avanços. Para Tansley a Ecologia como ciência era uma realidade complexa que surgiu pela “justaposição e interação dos seus componentes” (DROUIN, 1990, p. 77).

No século XX, a Ecologia reformulou muitos conceitos com o estudo das sucessões de Frederic E. Clements (1874-1926), ecologista americano. Clements foi pioneiro na utilização do quadrado para estudar e identificar as diferentes espécies que constituem

uma comunidade. Ao estudar toda a vegetação de uma determinada área nas pradarias do Nebraska, Clements afirmou que, em cada zona geográfica, as plantas sucedem-se umas às outras em certa seqüência, desenvolvendo-se até chegar à “vegetação clímax” específica daquela zona (POLLOCK, 1994, p.34).

Em 1916, em sua obra *Plant succession*, Clements propôs um sistema global de descrição e de interpretação aplicável a todas as formações vegetais. Destacou a dinâmica característica da vegetação que, partindo de um substrato nu, acabava por um processo de sucessão de estádios, num estádio último ou *clímax*. Este termo já tinha sido utilizado por Cowles, mas Clements fez dele um conceito central da teoria ecológica. Fez, também, do termo comunidade vegetal, um conceito próximo a um “superorganismo que nasce, vive e se desenvolve e cujas diferentes espécies não são mais que componentes ou inter-relações” (DROUIN, 1990, p. 76).

Mais tarde, outro ecólogo inglês, Arthur Tansley (1871-1955) retomou, de acordo com Drouin (1990), o inventário conceitual de Clements que englobava os conceitos de comunidade vegetal, de clima e de sucessão de Clements. Mas, ao contrário de Clementes e seus discípulos, tomou a noção de comunidade biótica incluindo todos os seres vivos de uma mesma região. Propôs a noção de sistema ecológico, de ecossistema como compreendendo os organismos e os fatores físicos dos meios, e esclareceu que o termo sistema foi proposto no sentido em que se emprega em física.

O ecossistema poderia assim ter lugar numa escala dos sistemas que iria do átomo ao universo. Tais sistemas, que isolamos pelo pensamento, encaixam-se de fato uns nos outros, sobrepõem-se, interactuam entre eles, de modo que o seu isolamento é “em parte factício”. Certos deles - é o caso dos ecossistemas - são por natureza mais isolados, mais autônomos que outros, mas apresentam todos uma organização que “é o resultado inevitável das interações e por consequência dos ajustamentos mútuos entre os seus componentes” (DROUIN, 1990, p. 77).

Tansley foi um dos primeiros botânicos a estudar comunidades de plantas usando métodos de amostragem semelhantes aos desenvolvidos por Frederic Clementes. Ele

defendeu uma abordagem ecológica da botânica, contribuindo para a formação da Sociedade Ecológica Britânica, em 1913, a primeira desse tipo em todo o mundo. Tansley dizia que era insensato explorar e depredar o ambiente e tornou-se uma figura de destaque no movimento conservacionista.

O encontro da teoria de Tansley com os estudos das populações animais e a da aproximação energética, constituiu-se em *uma teoria dos ecossistemas* (DROUIN, 1990, p. 78).

Outro ecólogo, Charles Elton, adaptou com cautela, a teoria de Clements à ecologia animal. Publicou, em 1927, a obra “*Animal Ecology*”, em que tratou da comunidade animal elaborando conceitos de cadeia alimentar e de pirâmide dos números. Para designar o lugar que uma espécie ocupa na comunidade animal, definiu a noção de nicho ecológico, que representa o conjunto das relações que ela mantém com a sua alimentação e com os seus inimigos (DROUIN, 1990, p. 82).

Após Tansley, Eugene P. Odum elaborou a noção de “sistemas de acesso” à ecologia. Para isso criou a idéia dos ecossistemas como fluxos de energia que partiam da produção primária. Usou uma metáfora da economia, FLUXOS de energia e desenvolveu modelos matemáticos de sistemas naturais, apresentados no livro “*Environment, power and society*” (Ambiente, poder e sociedade), de 1971. Defendia que a ciência pode encontrar soluções para a diminuição das fontes de energia (POLLOCK, 1994, p. 9).

[...] Em princípio, o conceito de população aplica-se tanto a uma espécie vegetal como a uma espécie animal, tal como o conceito de “comunidade” deveria incluir todos os organismos de um mesmo meio. [...] (DROUIN, 1990, p. 81).

Outra noção fundamental para a ecologia foi a de ciclo trófico (food cycle) de Lindeman. Este conceito liga os produtores (vegetais), os consumidores (herbívoros e carnívoros) e os decompositores, garantindo, por meio da alternância da vida e da morte, a circulação da matéria. A energia recebida do sol, captada pela fotossíntese, é transferida das plantas para os herbívoros e, destes, para os carnívoros, de tal sorte que é possível calcular para cada nível uma taxa de rendimento energético. A produtividade do ecossistema lacustre é o motor de uma dinâmica interna que o leva – pela acumulação de matéria orgânica – ao envelhecimento, à transformação em turfeira¹⁵ e depois em floresta (DROUIN, 1990, p. 85).

3.1 Os níveis de Organização em Ecologia: a terminologia científica atual.

Desta história da ecologia, o que temos hoje para a ecologia?

Para Odum (1977, p. 24), uma maneira de delimitar o campo da Ecologia e distingui-la de outras áreas é considerar o conceito de níveis de organização. Pode-se, assim:

[...] visualizar uma espécie de “espectro biológico” como protoplasma, células, tecidos, órgãos, sistemas de órgãos, organismos, populações, comunidades, ecossistemas e biosfera. A Ecologia trata, principalmente, dos quatro últimos níveis, isto é, dos níveis para além do organismo individual. Em ecologia, o termo *população*, originalmente cunhado para significar um grupo de pessoas, é ampliado para incluir grupos de indivíduos de uma dada espécie de organismo. Da mesma forma, *comunidade* no sentido ecológico (às vezes designada como comunidade biótica) inclui todas as populações de uma dada área. As comunidades e o ambiente inerte funcionam em conjunto como um *sistema ecológico* ou *ecossistema*. Ecossistema é essencialmente um termo mais técnico para “natureza”. Finalmente, a porção da Terra na qual os ecossistemas podem operar, isto é, o ar e a água, biologicamente habitados, recebe o nome de *biosfera*.

Para Drouin (1990, p. 87), a ecologia se apresenta esquematizada em três níveis de organização, “cada um dos quais se define por um nível de integração”. Drouin (1990) enfatiza as metáforas POPULAÇÃO, POVOAMENTO E CONCORRÊNCIA (da economia):

¹⁵ Vegetação, em geral xeromorfa, que se desenvolve sobre turfa. A turfeira alta consta de musgos e abriga outras plantas, chegando a formar uma floresta especial; a turfeira baixa compõe-se, sobretudo, de ciperáceas, mas inclui gramíneas e outros vegetais (BARSA, 1998).

O primeiro nível é o da população, conjunto de indivíduos de uma mesma espécie num mesmo meio. Fala-se assim de uma população de Carpas ou de Faias. É um campo de pesquisa muito marcado pela genética e pelas teorias da evolução e engloba em particular os problemas de seleção, de adaptação, de aparecimento de novas espécies. Para o segundo nível, utiliza-se o termo fluido, mas cômodo, de *povoamento*, quer dizer de um conjunto de populações que têm laços entre si, por exemplo, todos os peixes de uma lagoa (Carpas, Lúcius, etc.) ou todas as árvores de uma floresta (Carvalhos, Faias, Cárpeas, etc). É geralmente neste quadro que são abordadas as relações entre espécies: predação, parasitismo, concorrência, partilha de recursos, etc. Os *ecossistemas* representam o terceiro nível no qual se encaixam os dois anteriores. Encontramos aí não só o estudo dos fluxos de matéria e de energia, mas também as controvérsias em torno dos conceitos introduzidos pela ecologia americana sobre a evolução “espontânea” dos meios naturais: sucessão, clímax. [...] Os ecossistemas encaixam-se, acavalam-se, sobrepõem-se. A sua delimitação espacial não só é problemática, como é muitas vezes arbitrária (DROUIN, 1990, p. 87).

Uma unidade reconhecível da Natureza, como um lago ou uma floresta, segundo Odum (1977, p.28), é composta por dois componentes bióticos: um componente (metáfora industrial) *autotrófico*¹⁶, capaz de fixar energia luminosa e fabricar alimentos a partir de substâncias inorgânicas simples e, um segundo componente, *heterotrófico*¹⁷, que utiliza, rearranja e decompõe os materiais complexos sintetizados pelos autótrofos. Estes dois componentes funcionais se sobrepõem com o maior metabolismo do autotrófico ocorrendo no estrato superior, no qual a energia luminosa está disponível, e a atividade heterotrófica, mais intensa, processando-se onde a matéria orgânica se acumula nos solos e sedimentos (ODUM, 1977).

Para Odum (1977, p.28) é interessante reconhecer quatro constituintes estruturais compondo o ecossistema: *substâncias abióticas*, elementos básicos e compostos do meio; *produtores*, os organismos autotróficos, principalmente as plantas verdes; os grandes *consumidores* ou *macroconsumidores*, organismos heterotróficos, principalmente animais, que ingerem outros organismos ou determinada matéria orgânica; os *decompositores* ou *microconsumidores* (também chamados sapróbios ou saprófitas), organismos heterótrofos, principalmente as bactérias e fungos, que

¹⁶ Autotrófico significa “alimenta-se por si só” (ODUM, 1977, p.28).

¹⁷ Heterotrófico significa “alimentar-se dos outros” (ODUM, 1977, p.28).

decompõem os componentes complexos do protoplasma morto, absorvem alguns dos produtos da decomposição e libertam substâncias simples utilizáveis pelos produtores.

Deste modo, todos os organismos, plantas ou animais precisam de energia ou matéria do meio ambiente para sobreviver. Por isso, a vida de cada organismo afeta a dos demais. A vida de todos os organismos depende de fatores do meio ambiente, como luz, temperatura, substâncias químicas e nutrientes e, o mais importante, água (POLLOCK, 1994, p. 6).

A estrutura de um ecossistema precisa ser pensada por vários ângulos se quisermos entender a interligação da estrutura e função dos seres. O arranjo produtor-consumidor constitui um tipo de estrutura chamada de *estrutura trófica* (trófica = alimentar), cada nível “alimentar” é conhecido como nível trófico. A quantidade de substância viva nos diferentes níveis tróficos ou numa população é conhecida como *produto em pé*, termo que se aplica às plantas e aos animais. O produto em pé pode ser expresso em termos de número por unidade de área ou em termos de *biomassa*, isto é, massa orgânica. A biomassa pode ser expressa como peso fresco, peso seco, peso seco livre de minerais, peso em carbono, calorias, ou qualquer outra unidade que possa ser útil para fins comparativos. O produto em pé não representa somente a energia potencial como também pode exercer importante papel como tampão contra oscilações físicas e ainda constituir um *habitat*, ou espaço de vida para muitos organismos. Assim, as árvores de uma floresta não somente representam energia, fornecendo alimento ou combustível, como modificam o clima e fornecem abrigo para aves e homens (ODUM, 1977, p. 30).

A quantidade e a distribuição, tanto das substâncias inorgânicas como dos materiais orgânicos presentes na biomassa ou no ambiente, constitui um fator importante em qualquer ecossistema. Podemos chamar isso de *estrutura bioquímica*. Por exemplo, a quantidade de clorofila por unidade de área de terra ou de superfície de água e a quantidade de material orgânico dissolvido na água, constituem dois itens de grande interesse ecológico, como veremos. Outro aspecto de grande importância é a *estrutura em espécies* do ecossistema. A estrutura em espécies não inclui somente o número e tipos de espécies presentes, porém também a diversidade das espécies – isto é, a relação entre as espécies e números de indivíduos ou biomassa – e a dispersão (arranjo espacial) dos indivíduos de cada espécie, que estão presentes na comunidade (ODUM, 1977, p. 30).

Quanto maior e mais diversificado o ecossistema, tanto mais estável ele poderá ser, e tanto mais independente será (num sentido relativo) dos ecossistemas adjacentes. Assim, um lago como um todo, é mais auto-suficiente que uma parte deste mesmo lago; porém, podemos considerar, para finalidade de estudo, uma parte do lago como um ecossistema (ODUM, 1977, p. 31).

Os ecólogos usam o termo *habitat* para designar o lugar onde o organismo vive e o termo nicho ecológico para designar o papel que o organismo exerce no ecossistema. Odum afirma que se pode usar a metáfora “endereço” para se referir ao habitat e “profissão” para se referir ao nicho ecológico (ODUM, 1977, p. 51).

A palavra "nicho" (do italiano antigo nicho significa, originalmente, uma cavidade ou vão na parede onde se coloca uma estátua ou imagem). Por extensão, o termo "nicho" transmite a noção de um "ambiente escondido", que inspirou o conceito de nicho ecológico, desenvolvido pelo ecólogo norte-americano C. Elton, no final da década de 1920. [...] (POLLOCK, 1994, p. 30).

O conceito nicho foi redefinido por Elton como a capacidade que a tem a espécie para usar os recursos para a sua sobrevivência e o modo como convive com outras espécies no mesmo espaço. A observação da natureza e experiências de laboratório levou à descoberta de que a maior parte das espécies ocupa nichos ecológicos diferentes; acredita-se que para evitar a competição entre espécies entra em competição direta, uma delas inevitavelmente será extinta ou terá de procurar outro nicho ecológico (POLLOCK, 1994, p. 30).

O homem certamente tem exercido, conforme Odum (1977), uma grande influência nos componentes taxionômicos de muitos ecossistemas, pois frequentemente remove ou introduz espécies. Pode-se, de acordo com Odum (1977), imaginar este resultado como uma espécie de intervenção cirúrgica no ecossistema. Algumas vezes esta

operação é planejada, mas em outras é acidental ou inadvertida. “A alteração envolve a substituição de uma espécie por outra no mesmo nicho, o efeito total sobre o funcionamento pode não ser grande. No entanto, em muitos casos, graves desequilíbrios ecológicos surgem em detrimento do homem” (ODUM, 1977, p. 51).

3.2 Meio Ambiente e Educação Ambiental: história das terminologias

A história da Educação Ambiental iniciou-se na década de 60 com a publicação do livro de Rachel Carson, “A Primavera Silenciosa”. Neste livro, a autora descreveu os inúmeros impactos ambientais no planeta e alertou para a destruição irreversível de muitos ecossistemas. Avisou sobre “a ameaça de uma ‘primavera silenciosa’ em que os pássaros emudeceram para sempre, envenenados pelos inseticidas espalhados abundantemente sobre as culturas” (DROUIN, 1990, p. 165).

O alerta de Carson foi dado nas décadas importantes que culminaram nas revoluções de costumes, marcado nos EUA, pelo movimento hippie, pela descoberta dos anticoncepcionais, pelo *rock-and-roll* e pelas reivindicações das necessidades básicas de sobrevivência, como saúde e educação, e a diminuição da fome e miséria de seus povos (GONÇALVES, 2005, p. 10-11).

Assim, a década de 1960 marcou o início do movimento ecológico no conjunto dos movimentos sociais e políticos e pela crítica, principalmente dos jovens, ao estilo de vida e valores de uma sociedade extremamente consumista. Nesse contexto histórico-cultural, nascem as preocupações com *natureza* (termo utilizado nessa época) com lutas em torno de diversas questões, tais como: extinção das espécies, desmatamento, poluição do ar e da água, erosão, uso de agrotóxicos, guerra nuclear, entre outras (GONÇALVES, 2005, p. 12).

Nesse contexto, entidades, grupos e políticas governamentais começaram a preocupar-se com a educação ambiental. Surgiu, assim, em 1968, na Grã Bretanha, o Conselho para a Educação Ambiental e, na França e nos países nórdicos foram aprovadas intervenções na política educacional que introduziriam a educação ambiental no currículo escolar. A Unesco recomendava inserir os aspectos sociais, culturais e econômicos no estudo biofísico do meio ambiente.

Nos anos 70, no auge da crise econômica mundial, a preocupação com o *ambiente* apareceu em nível mundial, devido aos altos índices de poluição e de devastação dos recursos naturais, que comprometeriam a qualidade de vida da população mundial. Segundo Amaral (2005, p.4), “o grande desafio da educação ambiental era refletir sobre seus objetivos, e superar a incompatibilidade da realidade escolar com o meio social para adequar-se à era da industrialização”.

Em 1972, em Estocolmo, é realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, com as discussões sobre a “*questão do meio ambiente*” ou “*questão ambiental*”, de forte cunho político. Esta Conferência convocou a sociedade mundial a repensar a sua postura ecológica frente a sua relação de *interdependência* com a natureza e estabeleceu vinte e três princípios de importância vital para o processo de conscientização universal sobre o tema, entre eles, o Princípio da Educação Ambiental¹⁸ (LEONARDI, 1997, p. 392).

A criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA¹⁹, em 1973, fortaleceu a necessidade da educação ambiental em todas as atividades exercidas pelos organismos internacionais. Em 1975, em Belgrado, foi lançado o Programa Internacional de Educação Ambiental. E, em 1977, em Tbilissi, é realizada a

¹⁸ Princípio 19 – A Educação em assuntos ambientais, para as gerações jovens bem como para os adultos e com ênfase aos menos favorecidos é essencial para ampliar as bases de uma opinião esclarecida e de uma condutas responsável por parte de indivíduos, empresas e comunidades quanto à proteção e melhoria do meio ambiente em sua plena dimensão humana. É igualmente essencial que os veículos de comunicação de massa não só evitem contribuir para a deteriorização do meio ambiente como, pelo contrário, disseminem informações de caráter educativo sobre a necessidade de proteger e melhorar o meio ambiente de modo a possibilitar o desenvolvimento do homem em todos os sentidos (DIAS, 2004, p. 372).

¹⁹ Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA - foi criado em 1973 para coordenar as ações internacionais de proteção ao meio ambiente e de desenvolvimento sustentável (LEONARDI, 1997, p. 393).

conferência Intergovernamental de Educação Ambiental, em que foram estabelecidas metas e ações para a realização da educação ambiental em todas as sociedades do planeta (LEONARDI, 1997, p. 393).

A partir da Conferência de Estocolmo, iniciou-se uma série de estudos e debates que culminaram na Conferência das Nações Unidas sobre Meio ambiente e Desenvolvimento (Eco-92) ou UNCED (Rio 92), um fórum global, com a elaboração do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global. Criaram-se novos conceitos, entre eles, os de “*desenvolvimento sustentável*” e “*ecodesenvolvimento*”. O documento é composto por quinze princípios, entre eles, o da Educação Ambiental²⁰.

A consciência de que o meio ambiente é uma responsabilidade vital coletiva ratifica o pressuposto de que a crise ecológica decorre fundamentalmente da ação do homem. Portanto, o princípio fundamental para uma estratégia educativa sustentável deverá considerar a ética da responsabilidade e isto requer uma nova postura teórico-metodológica (AMARAL, 2005, p. 5).

No Brasil, o movimento ecológico tem início na década de 1970, em meio a um regime de ditadura que se impunha principalmente sobre o movimento estudantil e o sindical. Nesse contexto histórico-cultural, a preocupação ecológica no Brasil, nasceu ligada às preocupações de âmbito social. No entanto, só a partir dos anos 80 é que a Educação Ambiental configurou-se como uma prática educativa que cresceu junto aos novos movimentos sociais e da abertura política proporcionada pelo diálogo entre militares, intelectuais e cientistas, estimulados pela estratégia da realização de seminários e conferências ambientais que catalisavam esses apoios e participações. Mas foi somente após os anos 90 que os movimentos populares e sindicais incorporaram as lutas ambientais ao campo político na luta pela sustentabilidade, pelos

²⁰ A educação ambiental deve ser crítica e inovadora, seja na modalidade formal, não-formal. Ela é tanto individual como coletiva. Não é neutra; é um ato político, voltado para a transformação social (LEONARDI, 1997, p. 394).

A educação ambiental deve buscar uma perspectiva holística, relacionando homem, natureza e universo, e também ser interdisciplinar. Além disso, deve buscar a solidariedade, igualdade e respeito através de formas democráticas de atuação, bem como promover o diálogo (LEONARDI, 1997, p. 394).

A educação ambiental deve valorizar as diversas culturas, etnias e sociedades, principalmente aquelas dos povos tradicionais (LEONARDI, 1997, p. 394).

chamados conflitos socioambientais, que evidenciaram o conflito de interesses em torno do ambiente²¹.

A partir da segunda metade do século para cá, surgiram novas leis ambientais. Mas somente nos últimos cinquenta anos, é que a educação ambiental no Brasil, começou a ganhar uma legislação própria e estruturada.

A Lei 6.938/81 dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA²², cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA²³ e institui o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (ROCCO, 2002, p.85).

A constituição de 1988 estabeleceu a exigência da prática da educação ambiental, tanto no nível federal, quanto no estadual e no municipal e consagrou um capítulo exclusivo para o tema meio ambiente, alterando conceitos da doutrina penal brasileira. Um deles é o de que não somente a pessoa física deveria ser punida por crimes ambientais, passando também a pessoa jurídica a ser responsabilizada pelos atos. Somente dez anos depois da constituição é que surge a Lei Nº 9.605/98, que regulamentou o dano ambiental.

A Constituição Federal Brasileira de 1988 previu, em seu artigo 225:

²¹ Segundo Rocco (2002, p. 11), desde a época do Brasil Colônia elas já vem sendo editadas. Em 1602 foi regulamentada a pesca da baleia. Três anos depois, eram estabelecidas condições para a exploração do pau-brasil. Até a Proclamação da República ainda foram editadas diversas normas, como a que proibia o corte de árvores de mangue (1760) e a que declarava como propriedade da Coroa Portuguesa a vegetação marginal ao mar e aos rios que desembocavam no mar. Já sob o regime republicano, normas envolvendo questões ambientais começam a surgir no Código Civil Brasileiro (1916) que, entretanto, encarna um conceito ilimitado da propriedade privada. Com a constituição de 1934, surgem os três primeiros códigos ecológicos: o Código das Águas, o Florestal e o de Mineração. Em 1940, o então novo Código Penal também incorpora a aplicação de penas a condutas lesivas ao meio ambiente, mas ainda sob a ótica da saúde pública (ROCCO, 2002, p. 11).

²² Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental (ROCCO, 2002, p. 87).

²³ Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, com a função de assistir o Presidente da República na formulação de diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente (ROCCO, 2002, p. 87)

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de seu uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (ROCCO, 2002, p. 36).

E prescreve no parágrafo 1º, VI, a necessidade de “promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”.

A Lei Maior, a Lei 9795, de 27 de abril de 1999, dispõe sobre a Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Segundo essa lei:

Entendem-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a preservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (ROCCO, 2002, p. 225).

E, ao mesmo tempo em que se institui a Política Nacional de Educação Ambiental, faz referência aos princípios básicos da educação ambiental, atribui incumbências ao Poder Público, às instituições educativas, aos órgãos integrantes do SISNAMA, aos meios de comunicação em massa, às empresas, entidades de classe, instituições públicas e privadas, bem assim à sociedade como um todo, além do que fixar os objetivos fundamentais a serem buscados. Reconhece a educação ambiental como um componente essencial da educação nacional, estabelecendo que deverá estar presente “*de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal*” e ser desenvolvida “*como uma prática educativa integrada, contínua e permanente*”, não podendo ser implantada “*como disciplina específica do currículo de ensino*”, devido a abrangência da dimensão ambiental no ensino (ROCCO, 2002, 225-226).

As lutas pela Educação Ambiental levaram à constituição de um campo teórico de muitas idéias e propostas de ação. Neste campo, reconhecem-se diferenças teóricas

entre os diversos autores. Para Vasconcellos (1997), as práticas educativas possibilitam nossa reflexão sobre nossa vida local e planetária.

A escola, nesse contexto, é um ambiente privilegiado, afirma Dias (2004), pois promove atividades que propiciam essa reflexão, quando desenvolve atividades de sala de aula e atividades de campo, com ações orientadas em projetos e em processos de participação que levem à autoconfiança, às atitudes positivas e ao comprometimento pessoal com a proteção ambiental elaborados de modo interdisciplinar.

A Educação Ambiental, afirma Ruy (2004), pode até mesmo transcender o ambiente escolar, com ações que atinjam o bairro ou a comunidade onde a escola está inserida. Os alunos, professores e funcionários se tornam multiplicadores potenciais de informações e atividades relacionadas à Educação Ambiental executadas na escola.

Para Nascimento (2001, p. 3), a concepção de Educação Ambiental de autores como Grün (1996), Levi (1995) e Cascino (1999) mostram uma visão de ambiente harmônico, ou seja, estabelecem que a principal tarefa da Educação Ambiental é promover o retorno dos valores que regem o agir humano em sua relação harmoniosa com a natureza. A natureza é descrita como harmônica e a intervenção humana cria o desequilíbrio.

MAZZOTTI (2005, p.9), analisando diferentes produções em Educação Ambiental apontou duas metáforas que coordenam e condensam o discurso ambientalista: a do CICLO DO TEMPO e a da SETA DO TEMPO.

No primeiro discurso, a metáfora CICLO DO TEMPO afirma que as sociedades humanas são diferentes entre si e, portanto, não há como estabelecer hierarquias. No segundo discurso, a metáfora SETA DO TEMPO indica a idéia de que há o

desenvolvimento em direção a uma sociedade ambientalmente sustentável com base em alguma tecnologia apropriada ao meio: a que apresente maior produtividade do que a das sociedades arcaicas. As duas metáforas, segundo Gould (1991), fazem uma comparação ao organismo: o CICLO DO TEMPO é uma analogia com a circulação sanguínea e a SETA DO TEMPO, com o crescimento. Para Mazzotti (2005), estas duas metáforas conferem certa instabilidade ao discurso ambientalista, pois ora se proclama a “volta à simplicidade natural”, ora se afirma a necessidade de tecnologias que superem a baixa produtividade e o desperdício para melhor atender as necessidades humanas, consideradas estas apenas por seus aspectos vitais.

O que Mazzotti (2005) afirma é que existem três formas de Representação Social do problema ambiental no Brasil:

A representação de “problema ambiental” coordena-se e condensa-se na metáfora: ENFERMIDADE ou DOENÇA. Há problema ambiental quando ocorre um desequilíbrio do meio, assim como a doença é um desequilíbrio do corpo saudável. Por este núcleo argumentativo a sociedade atual é artificial, logo não pode ser equilibrada, uma vez que o equilíbrio é próprio do natural (saúde/saudável), que é o oposto do artificial. Desta representação emerge a busca dos meios que permitam a superação (cura) do desequilíbrio, que se apresenta na forma de uma política para a instauração de uma nova sociedade: a sustentável (MAZZOTTI, 2005, p.6).

Para Mazzotti (2005, p. 3) a concepção de equilíbrio ambiental é sustentada pela metáfora organicista que considera os problemas ambientais como ENFERMIDADES. Isso sugere que os ambientalistas apresentam-se como MÉDICOS ou TERAPEUTAS que prescrevem os meios para CURAR A SOCIEDADE DOENTE. Os ambientalistas, diz Mazzotti (2005), se apresentam como porta-vozes da Natureza e, propõem-se a dirigir ou governar a sociedade pelo controle afetivo e cognitivo dos professores e estudantes. Olivier Reboul (1975, p. 90), chama esse processo de slogans-argumentos, pois tentam nos convencer “naquilo que mais nos toca ao coração”.

Outro problema advindo dessa metáfora é que ela opera com as noções de amor e aliança entre os seres humanos, bem como entre os homens e a natureza. No lugar de

discutir as relações ecossistêmicas, parte-se para uma “ideologia ecologista” ou a um “retorno ao sagrado” na qual a natureza é o valor supremo (ACOT, 1990, p. 173).

Como os professores nem sempre compreendem o caráter metafórico do discurso da Educação Ambiental e nem seu limites ao se tratar dos problemas ambientais, é possível que a Educação Ambiental esteja sendo apresentada de modo a afastar os alunos de seus significados e não de chamá-los à adesão aos conhecimentos ambientais. Ou, ainda, que os alunos fiquem estabelecidos em um patamar do senso comum não avançando para conhecimentos científicos.

IV. AS MÉTAFORAS E ANALOGIAS UTILIZADAS EM ECOLOGIA, MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Se existe uma articulação entre imagem e conhecimento na educação em biologia, talvez tenhamos que admitir que as imagens possam modificar a maneira de conhecer de uma determinada área de conhecimento e reconhecer que a imagem pode ter uma influência importante na prática e na reflexão educativas [...] (BRUZZO, 2004, p. 1375).

Os Livros Didáticos de Ciências e Biologia trazem na sessão de Educação Ambiental um apelo geral à arrumação do Planeta Terra; apelo para que o planeta seja “curado” dos males ambientais. Vamos apresentar, de modo geral, como aparece o argumento central dos livros chamando-nos a pensar a Educação Ambiental.

Para a análise dos textos selecionados trabalharemos, sobretudo, com os estudos de Mazzotti (2005), ao qual já nos referimos nesta dissertação, acerca das três metáforas mais recorrentes nos textos de EA: a da seta do tempo, do ciclo do tempo e da enfermidade. Encontramos a metáfora “enfermidade” nos textos selecionados, sobretudo, nas imagens que os livros veiculam sobre o planeta Terra. Como sabemos não se trata de cuidar do planeta com um curativo, mas com políticas ambientais adequadas aos impactos produzidos no planeta. E, também, é preciso reconhecer que os impactos são produzidos pelas relações de produção capitalistas e não pelo Homem.

Vamos apresentar as imagens e as considerações sobre suas analogias pedagógicas. Iniciamos pelo livro de Ciências, da 1ª Série da Coleção Vitória Régia, de Samuel Ramos Lago e Erica Meirelles, da IBEP (2001, p. 141), pela figura 1. Nesta imagem, o homem é definido como “parte integrante da natureza” que deve ser amada e protegida. Mas, o homem da figura é ou não parte da natureza, no caso, da árvore que foi cortada? O que é natureza? Quem protege o homem? Quem protege a árvore? Imagem e textos são confusos; contradizem-se.



Figura 1: Corte de madeira – PA.

Fonte: Ciências – 1ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 141

Na figura 2, a seguir, da página 146 do mesmo livro de Lago e Meirelles, o tema natureza é iniciado pela definição de animais. Para isso, os autores recorrem à metáfora harmonia. O animal, as plantas e o homem têm de viver harmoniosamente. Porém, a noção de harmonia para descrever o processo dos sistemas biológicos, como apontou Mazzotti (2005), é oposta à de equilíbrio dinâmico como apontamos na sessão 3. Em harmonia, os ecossistemas cessariam seu movimento e vida. Harmonia é uma concepção inadequada para explicitar o complexo comportamento dos ecossistemas.



Figura 2. Peixes Mortos na Represa Billings – SP.

Fonte: Ciências – 1ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 146

Na figura 3, o homem é, para Lago e Meirelles (2001, p. 175), imagem “O lixo e a poluição do solo”, um homem genérico, que destrói a natureza. Mais uma vez a imagem do homem sugere alguém que não destrói a natureza, e, sim, um homem pobre, de uma classe social que não consome; a imagem contradiz o texto escrito. Ou seja, os homens são iguais como espécie, mas são desiguais econômica e politicamente. O homem que aparece na imagem é um homem sem emprego formal, expondo-se aos riscos do lixo.



Figura 3. O lixo e a poluição do solo.
Fonte: Ciências – 1ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 175

Na figura 4, vê-se a referência ao local onde os animais vivem. Trata-se do mesmo livro de Lago e Meirelles (2001, p. 181). A indicação, na figura, do animal e um lugar não constitui a noção de habitat e alimentação. Lago e Meirelles apenas indicam uma classificação de animais de fácil localização e de animais escondidos; animais que vivem em horta, vasos, no solo; animais domésticos, noturnos. As imagens não ligam o animal ao seu entorno, um problema típico das ilustrações de livros, principalmente nas séries iniciais. Nesse caso, a imagem chama o aluno para conhecer os habitats dos

animais, mas estes não são apontados os animais e sua relação com o meio onde vivem.



Figura 4. Onde vivem os animais?

Fonte: Ciências – 1ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 181

Na figura 5, do livro da 2ª Série da mesma coleção de Lago e Meirelles (2001, p. 22), a vida no planeta Terra é definida na fina “casquinha” que é a biosfera. A Terra é “casa” do homem e de todos os seres vivos. Em um ciclo contínuo tudo se renova. Novamente tem-se a noção de harmonia completada pelas analogias de casa, casquinha. Na mesma figura 5, há a segunda imagem como referência ao aquecimento global e à destruição do planeta mostrando o planeta sobre as chamas de uma fogueira. O texto diz: “Só pessoas loucas põem fogo na própria casa”. Será que somos todos loucos? Quem são os loucos? As crianças que lêem o livro? Os adultos? Que adultos? Todos?



Figura 5. A Terra – O lugar de todos
 Fonte: Ciências – 2ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 22

Na figura 6, Lago e Meirelles (2001, p. 215) utilizam a metáfora bebê para dar a noção de planeta jovem. O Planeta é bebê. Ou seja, apesar de a Terra ser um planeta relativamente jovem e a vida mais, recente ainda, principalmente a humana, já estamos destruindo o planeta que habitamos. A imagem trabalha com três tempos: o geológico, o histórico, biológico e o humano. São quatro escalas de tempo. Escala astronômica, a biológica, a histórica e a de um humano. Qual é a escala que os autores querem discutir? É adequado trabalhar com a metáfora bebê e quatro escalas de tempo? Para nós, a imagem é inadequada por indicar um tempo para descrever quatro outras noções de tempo.

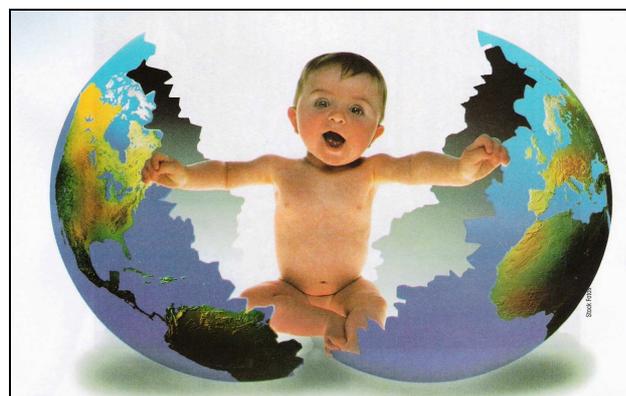


Figura 6. Planeta bebê.
 Fonte: Ciências – 2ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 215

Na figura 7, Lago e Meirelles (2001, p. 134), livro da 3ª série, os autores ilustram o “ecossistema caverna”. Para isto, apresentam elementos sem proporção; a imagem fica fora dos limites importantes de escala e do processo das redes ecológicas.

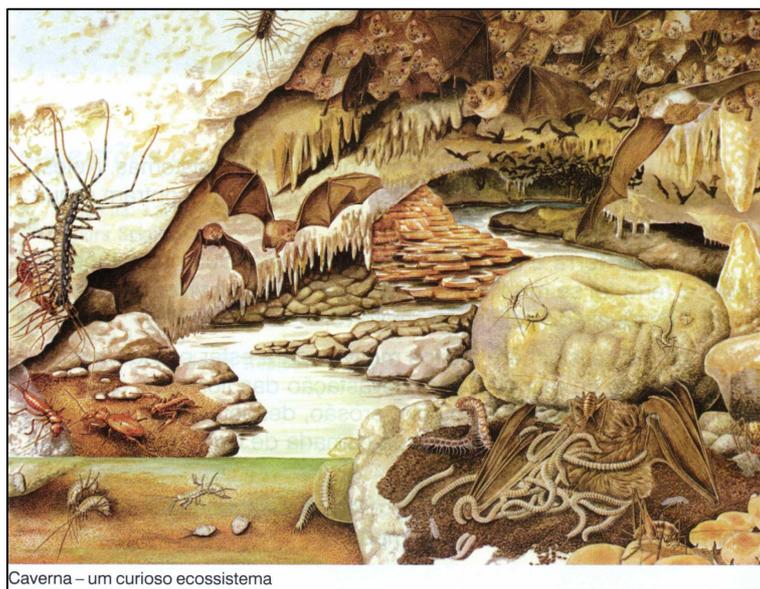


Figura 7: Caverna – um ecossistema.
Fonte: Ciências – 3ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 41.

Nas figuras 8.1 e 8.2, Lago e Meirelles (2001, p. 44 e 45) livro da 3ª série, apresentam a noção de ecologia pela analogia da classificação. Comparam os elementos da natureza às peças de dominó que tem que se encaixar de maneira harmoniosa. O dominó é um jogo em que as peças são encaixadas linearmente. Dessa forma, essa analogia distorce o conceito de ecologia propondo suplementar a noção por algo bem conhecido pelos estudantes, o jogo de dominó. Porém, no jogo cada parte formada é uma seqüência de peças e no processo evolutivo, as mudanças não são nem seqüenciais (não há um propósito divino indicando a seqüência de formação do mundo) nem previstas antes como no jogo. Há o acaso e a necessidade agindo na evolução das espécies. A idéia dos autores converge com a idéia criacionista ou do design inteligente.

A ecologia



A ciência que estuda os ecossistemas é a **ecologia**.

E o que é ecologia?
Façamos uma comparação que facilitará a compreensão.

Certamente você conhece o **jogo de dominó**. Quem joga dominó procura **estabelecer relações** entre números, quantidades, objetos ou seres que se correspondem etc.

Só que vamos "jogar" um pouco diferente do que você está acostumado. Suponhamos que as peças do dominó representem alguns **elementos** de ambiente.

Observe a foto. Ar, água, solo, plantas, animais, seres decompositores, o homem, calor, eletricidade, luz etc. são alguns **elementos** do ambiente.



Todos os elementos do ambiente são importantes. Não existe uma "peça" mais importante que outra. Você não pode "tirar", por exemplo, a "peça" **Sol** (luz – calor) ou a "peça" **ar**, ou a "peça" **água** etc. sem alterar o "jogo da vida"!

Afinal, nos ecossistemas os elementos estão **inter-relacionados**. Todos são igualmente importantes e necessários.

Figura 8.1: A ecologia

Fonte: Ciências – 3ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 44-45.

Por exemplo: sem a luz do Sol, as plantas não existiriam.

Como poderiam então existir os animais **herbívoros**, isto é, que se alimentam das plantas? E como poderiam existir os animais **carnívoros** ou **predadores** que se alimentam de outros animais?

Bem, vamos continuar o "jogo". Você sabe o que é **efeito dominó**? Observe a foto.

Um empurrãozinho numa das peças atinge todas as outras provocando o **efeito dominó**. Isso ocorre porque uma peça relaciona-se com a seguinte e assim por diante.

A **ecologia** estuda exatamente isso: as inter-relações (o "**efeito dominó**") entre os elementos que participam do fantástico "jogo" da vida! As relações dos seres vivos entre si e deles com o ambiente físico (ar, água, solo, luz, calor etc.). Estuda também a interação humana com todos esses elementos.



A **biosfera** (esfera de vida) compreende todos os lugares onde possam existir seres vivos que se inter-relacionem. Como a biosfera é muito ampla, os cientistas a dividem em "unidades" menores chamados **ecossistemas**.

No Brasil, temos importantes ecossistemas como a mata atlântica, os mangues, a caatinga, o pantanal, as cavernas, a floresta amazônica, o cerrado e outros que você pesquisará com seus colegas logo mais à frente.

Figura 8.2: Efeito dominó

Na figura 9, para tratar do conceito de energia, Lago e Meirelles (2001, p. 88) mostram a imagem de uma corrente com cada elo representando um nível trófico da cadeia alimentar, de modo que no entrelaçar desses elos, tem-se a idéia da transposição de energia de um nível para o outro, ou seja, da interdependência dos seres vivos. Esta imagem indica que de cada ser vivo se encontra preso ao outro quanto à sua alimentação, enquanto, cientificamente, cada organismo não tem uma única opção de alimento ou é consumido por um único predador. Ou seja, existe um conjunto de inter-relações alimentares entre os seres vivos que formam uma teia alimentar.



Figura 9. Transmitindo Energia.

Fonte: Ciências – 3ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 88

Na figura 10 e 11, de Lago e Meirelles (2001, p. 92,94) as pirâmides de energia e de números apresentadas, representam os seres vivos pela metáfora escada.

Uma pirâmide de energia deve mostrar a quantidade de energia química potencial disponível trófico de um ecossistema. A base representa o nível trófico dos produtores. Nas figuras são representados os níveis tróficos dos consumidores primários, secundários e, de modo sucessivo, os outros níveis. A largura de cada escala da pirâmide representa a quantidade de energia presente na matéria orgânica disponível para o nível trófico seguinte. A pirâmide de números é indicada para representar a quantidade de indivíduos existentes em cada nível da cadeia alimentar.

Na figura 10, cada ser vivo da pirâmide parece aguardar o momento adequado para devorar o ser do nível trófico inferior. O tamanduá, por exemplo, tenta alcançar de seu nível “mais elevado” da pirâmide, utilizando sua língua comprida, a “imensa” formiga do nível trófico “inferior”. Na figura 11, Lago e Meirelles apresentam uma ilustração

com os seres vivos “presos” na pirâmide, fazendo analogia com caixas onde os animais ficam presos, retirando a dinâmica das espécies em seus habitats.

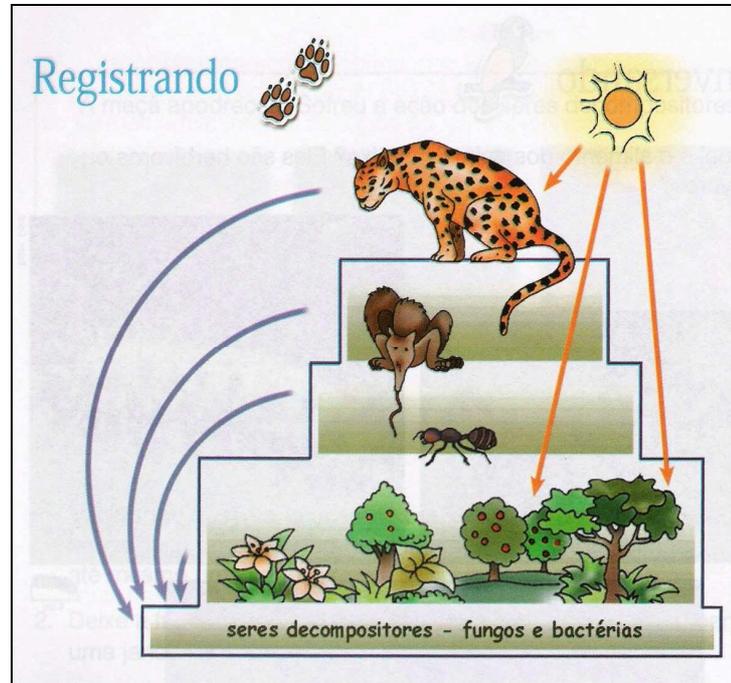


Figura 10. Pirâmide de energia.

Fonte: Ciências – 3ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 92



Figura 11. Pirâmide de números.

Fonte: Ciências – 3ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 94



Figura 13. Teias alimentares.
 Fonte: Ciências – 3ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 96

Na figura 14, do livro Ciências – Coleção Vitória Régia, 4ª série (2001, p. 65), o curativo no planeta Terra protegido reforça a idéia de que a Terra está doente e precisa ser curada. Essa imagem do planeta doente, precisando de cuidados urgentes, nos leva a pensar a Educação Ambiental como a medicina necessária, como a disciplina que terá seus médicos e seu meio de curar o planeta, como apontou Mazzotti (2005) em seu artigo *Educação Ambiental em busca do “paraíso perdido”*.

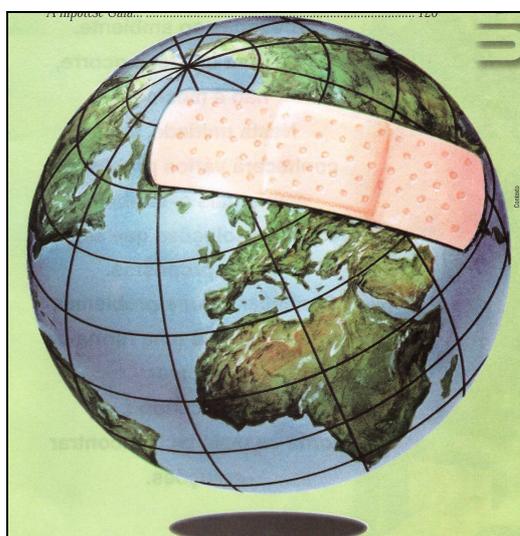


Figura 14. Terra com “Band-aid”.
 Fonte: Ciências – 4ª Série - Coleção Vitória Régia, p. 65.

Essa metáfora como descreve Mazzotti (2005, p. 4) é uma das mais estranhas à ciência e à ecologia; é a presença de um “neocientismo”, ou seja, de um pensamento escolar que se pretende científico para explicitar os impactos ecológicos. Impactos não são doenças que se curam com *band aids*. Impactos de ecossistemas são resultados de políticas (públicas ou privadas) na condução de um país (hidrelétricas, habitação, urbanização etc).

Na figura 15, Lago e Meirelles (2001, p. 119) apelam à responsabilidade do homem em proteger o planeta Terra. Clamam pelo sentimento do amor, à necessidade de amar o planeta. Os autores chamam à responsabilidade humana com o seguinte slogan: “Amor à Terra... ..amor à Vida”. As dimensões científicas ficam sem debate. Basta o amor ao planeta. Haverá elaboração de sentimento construtivo sem explicações racionais, científicas acerca do funcionamento biológico, geológico do planeta?

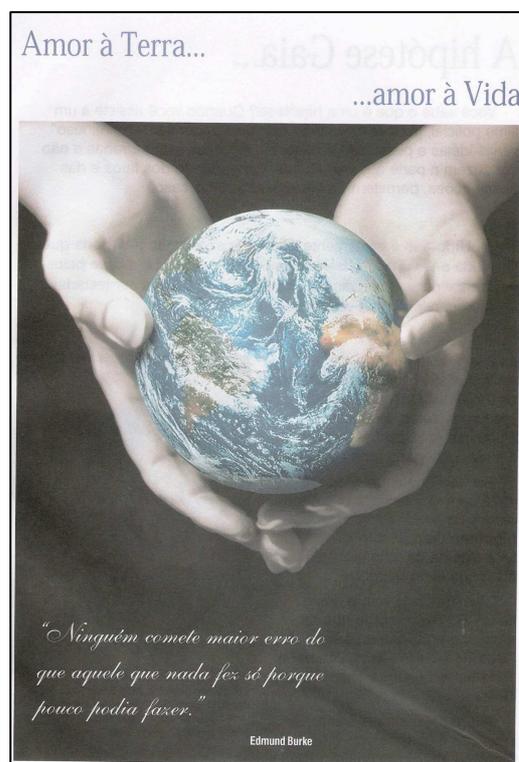


Figura 15: Amor à Terra... ..amor à vida.
Fonte: Ciências – 4ª Série - Coleção Vitória Régia, p.119.

Na ilustração a seguir, figura 15, a mesma noção de harmonia é apresentada na página 121, do mesmo livro, ao tratar da hipótese Gaia, também denominada de “Mãe Terra”,

de James Lovelock. Segundo Lago e Meirelles (2001), essa metáfora compara a Terra à um organismo vivo e apresenta todos os mecanismos de auto-regulação necessários para manter o equilíbrio e a harmonia no planeta. Portanto, qualquer alteração desse mecanismo leva ao desequilíbrio, ou até mesmo, a destruição do planeta. Sabemos, no entanto, que o conceito de harmonia induz a não pensar em equilíbrio dinâmico, ou seja, relações ecológicas de equilíbrio e desequilíbrio ecológico.



Figura 16. O que é a hipótese Gaia?
Fonte: Ciências – 4ª Série - Coleção Vitória Régia, p.121

As mesmas noções de harmonia e de planeta doente são reforçadas nas páginas 122 e 123, do mesmo livro (figuras 17 e 18). Lago e Meirelles apresentam as analogias do Planeta “doente” indo ao médico, e os cientistas e ambientalistas, sendo denominados aqui, de “clínicos gerais”. Estes, ao realizarem suas pesquisas, buscam “remédios” adequados para curar as doenças da Terra. Essas “doenças” são as causas dos impactos ambientais. Essas analogias despojam a ciência de seu conteúdo racional, resultados de anos de estudo, de observação, de formulação de hipóteses, de experimentação.



Figura 17. Indo ao médico.

Fonte: Ciências – 4ª Série - Coleção Vitória Régia, p.122.-123

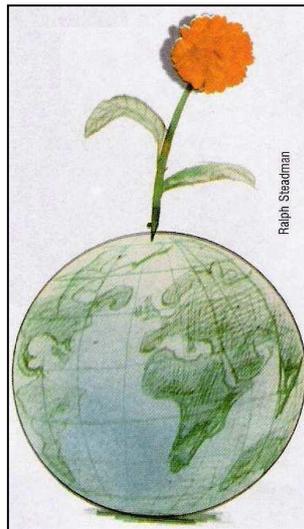
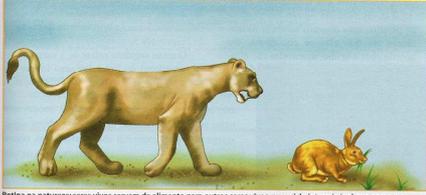


Figura 18. Planeta saudável.

Na figura 19, ilustração do livro de Ciências – Terra e Universo, 5ª série, de Cecília Valle, Positivo (2004, p. 75), aparece a noção de equilíbrio/harmonia relacionada à “rotina” dos seres vivos. Não fica claro ao leitor que existe uma dinâmica populacional que se altera sob a influência de diversos fatores como doenças, alterações climáticas, diminuição ou aumento da taxa de fecundidade, entre outros. De acordo com esses fatores, em determinadas épocas, a população pode diminuir até quase desaparecer, ou o contrário, se reproduzir até constituir uma superpopulação.

EQUILÍBRIO ECOLÓGICO

Você já viu que, em um ecossistema, os seres vivos mantêm constante relação com outros seres vivos e com o ambiente físico. Assim, por exemplo, as plantas utilizam a luz solar, a água e o gás carbônico para produzir seus alimentos; muitos animais herbívoros, como o coelho, alimentam-se dessas plantas. Por outro lado, alguns animais carnívoros alimentam-se de coelhos.



Rotina na natureza: seres vivos servem de alimento para outros seres vivos, num ciclo interminável que garante a preservação da vida.

Pense, então, na população de coelhos. Esses animais podem encontrar farta alimentação no ecossistema e, além disso, são animais que se reproduzem com grande rapidez. Esses fatores, alimentação e grande poder de reprodução, tendem a fazer com que a população de coelhos aumente muito. Isso, no entanto, normalmente não acontece, pois os coelhos têm inimigos naturais, como os carnívoros, que se alimentam deles.

Ocorre, assim, um certo equilíbrio, de maneira que a população se mantém mais ou menos constante.

O que foi descrito para os coelhos acontece com os seres vivos em geral: existem fatores favoráveis e fatores desfavoráveis ao aumento da população.

O resultado final é a manutenção de todas as populações mais ou menos constantes. Ocorre, assim, um equilíbrio no ecossistema, ou **equilíbrio ecológico**.

A rigor, o equilíbrio ecológico inclui a preservação do ambiente físico, pois ele é o suporte natural da vida no ecossistema.

Figura 19. Equilíbrio Ecológico.

Fonte: Terra e Universo. 5ª Série, p.65

Na figura 20, Cecília Valle no livro *Ciências, Vida e Ambiente*, 6ª Série Positivo (2004, p. 11), faz analogia utilizando-se das fases de um indivíduo humano, da juventude à velhice, aos outros seres vivos e ao ambiente. Essa analogia do indivíduo à de população e ambiente, despreza a dinâmica das espécies e das populações. Um indivíduo não pode representar a sua população; é parte de uma espécie, com suas características, habitat, nicho, comunidade e população.



Figura 20. Fases da vida.
Fonte: *Vida e Ambiente* - 6ª Série, p.11

A figura 21 do livro *Biologia - Volume Único*, de Sônia Lopes e Sergio Rosso (2005, p. 540), o tema Ecologia é explorado na última unidade da obra, a unidade 7, capítulo 38, *Ecologia: introdução, fluxo de energia e ciclo da matéria*. Os autores apresentam a noção de harmonia homem/natureza ao escrever que o estudo da Ecologia é cada vez mais importante devido a interferência humana sobre os ecossistemas. Esta idéia é reforçada no texto *A caminho de uma reconciliação entre o ser humano e a natureza* do livro. Mais uma vez a analogia da dinâmica dos seres vivos com a noção de harmonia substitui a idéia de equilíbrio dinâmico nos ecossistemas.

A caminho de uma reconciliação entre o ser humano e a natureza

Os grandes problemas da conservação da natureza estão, na realidade, intimamente ligados aos da sobrevivência do próprio ser humano na Terra.

Certos filósofos não hesitam em afirmar que a humanidade está mal encaminhada. Não nos cabe aqui fazer semelhantes considerações ou julgamentos, porém podemos afirmar, de acordo com todos os biólogos, que o ser humano cometeu um erro capital pensando poder isolar-se da natureza e não respeitar certas leis de alcance geral. Existe, já há muito, um divórcio entre o ser humano e seu meio.

O velho pacto que unia o primitivo e seu hábitat foi rompido de modo unilateral pelo ser humano, logo que este considerou ser suficientemente forte para seguir apenas as leis elaboradas por si mesmo. Devemos reconsiderar essa posição, mesmo que nosso orgulho sofra, e assinar um novo pacto com a natureza, que nos permita viver em harmonia com ela. É a melhor maneira de extrair do meio um rendimento que possibilite ao ser humano manter-se sobre a Terra e fazer com que sua civilização progrida tanto no plano técnico quanto no plano espiritual.

Só essa harmonia tornará possível salvar, simultaneamente, o ser humano e a natureza selvagem, dois aspectos, dois lados de um mesmo problema que durante muito tempo se pensou poder dissociar; no entanto, constata-se atualmente que estão intimamente ligados, e não é mais possível separá-los. A natureza não deve ser salva para rechaçar o ser humano, mas sim porque a salvação dela constitui a única probabilidade de sobrevivência material para a humanidade, devido à unidade fundamental do mundo onde vivemos.

Adaptado de: Jean Dorst, *Antes que a natureza morra*, São Paulo: Edusp, 1973

Figura 21. A caminho de uma reconciliação entre o ser humano e a natureza.

Fonte: *Biologia - Volume Único*, p. 540

No mesmo capítulo do livro, figura 22, Sônia Lopes e Sergio Rosso (2005, p. 541) inserem fotografias para ilustrar os níveis de organização dos seres vivos, de organismo ao ecossistema.

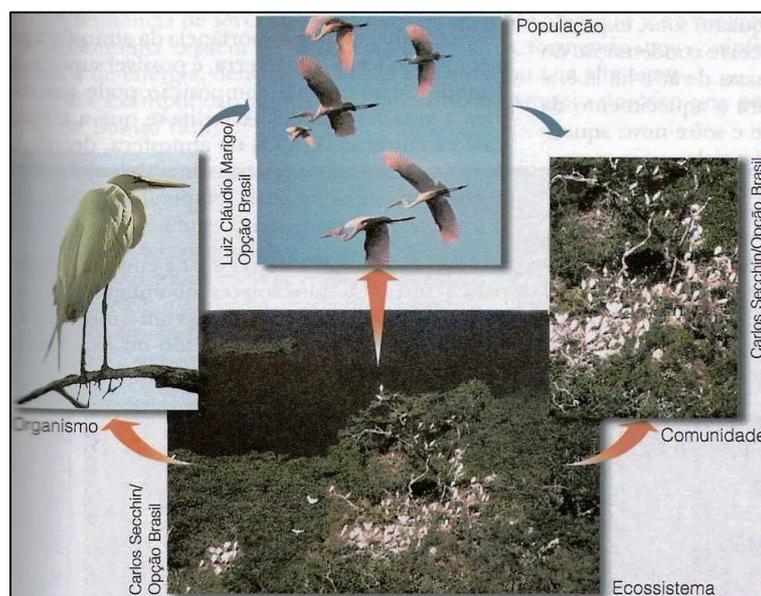


Figura 22. Níveis de organização dos seres vivos.

Fonte: *Biologia - Volume Único*, p. 541

Todos os conceitos ecológicos são representados em uma única ilustração. Na tentativa de fazer a comunicação de todo conhecimento científico, simplifica a apresentação dos conhecimentos ambientais utilizando uma linguagem reducionista, que muda o sentido

dos conceitos de espécie, população, habitat, nicho e ecossistema por nós trabalhados no capítulo 3.

Na página 566 desse mesmo livro, figuras 23.1 e 23.2, no capítulo *Sucessão ecológica e principais ecossistemas*, os autores abordam a dinâmica das comunidades e a sucessão ecológica. O texto e as figuras presentes nesta página e na seguinte apresentam e ilustram os conceitos de comunidade, sucessão, espécie pioneira, estágio e clímax. No entanto, não há explicitação do significado de espécie pioneira; as idéias de sucessão, estágio e clímax da teoria de Clements, do início do século XIX, descritas no capítulo 3, não são adequadas às florestas tropicais e/ou aos ecossistemas que não sejam os de clima temperado.

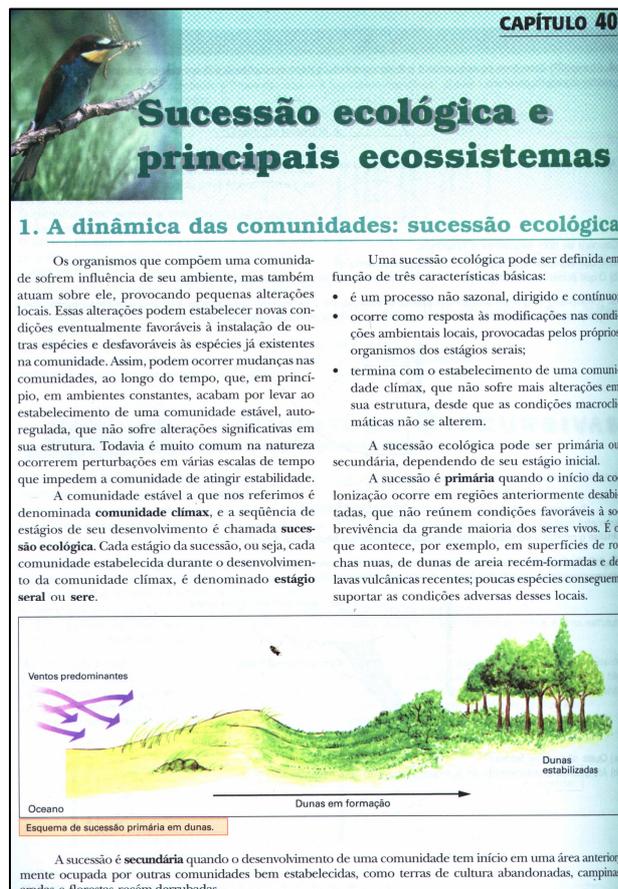


Figura 23.1. A dinâmica das comunidades: sucessão ecológica.
Fonte: *Biologia - Volume Único*, p. 541.

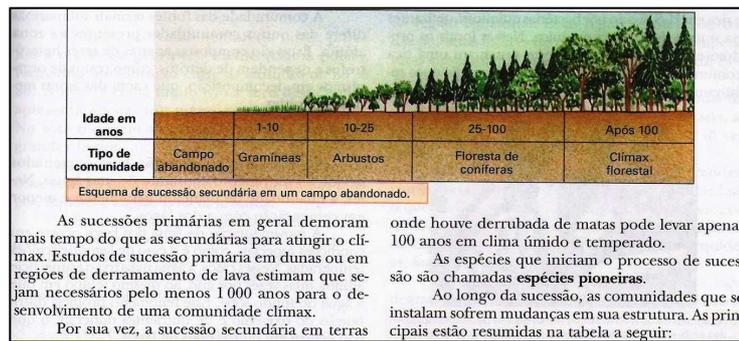


Figura 23.2. Esquema de sucessão secundária em um campo abandonado.
 Fonte: *Biologia - Volume Único*, p. 541

No livro *Biologia, Volume Único*, da Coleção Vitória-Régia, de Augusto Adolfo, Marcos Cruzeta e Samuel Lago, IBEP (2005, p. 14-15), figuras 24.1 e 24.2, os conceitos de Ecologia são introduzidos no início da obra, na unidade 2. Os autores apresentam os conceitos básicos de Ecologia, ou seja, os níveis de organização dos seres vivos. A metáfora população é representada como o conjunto de determinada espécie; mas o conjunto de espécies interagindo com outras, com o alimento, com seu predador. O que seriam 20 mil ratos vivendo em uma cidade? Seriam um conjunto da determinada espécie de rato interagindo com homens, outros animais urbanos, com seus predadores, adoecendo ou proliferando em uma determinada área em um certo período.

Todas as ilustrações levam à definições que não contemplam a dinâmica do ecossistema, as analogias, as relações de energia, de alimento, sobrevivência, entre outras.

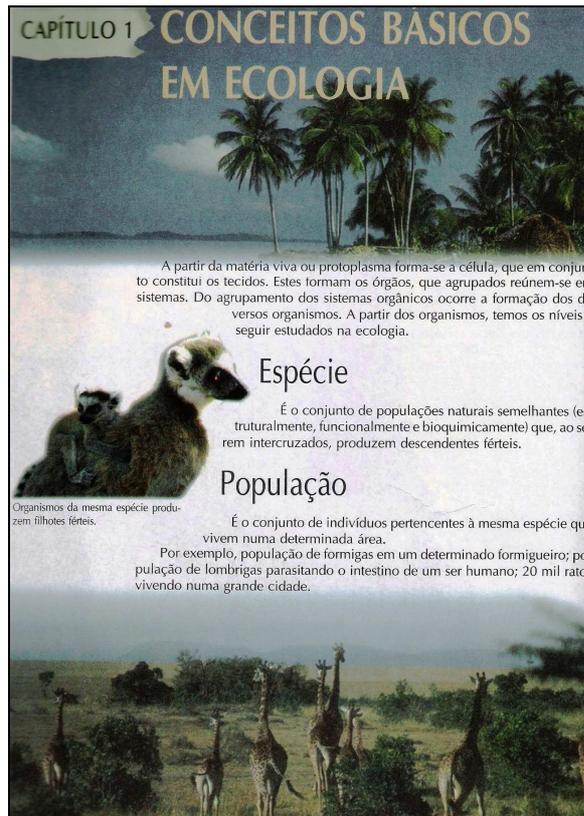


Figura 24. 1. Conceitos básicos em Ecologia.
Fonte: Biologia: Volume Único, da Coleção Vitória-Régia, p. 14-15.



Figura 24.2. Conceitos básicos em Ecologia.
Fonte: Biologia: Volume Único, da Coleção Vitória-Régia, p. 14-15.

Os autores aproximam-se das analogias feitas por Odum, porém usam analogias de “endereço” para habitat e nicho como “profissão”. Ao fazê-lo desse modo, os autores retiram a noção de diversidade e dinâmica ambiental, na qual várias espécies podem ter o mesmo “habitat” ou “endereço e/ou o mesmo nicho ou “profissão”.



Figura 25. Habitat e Nicho ecológico.

Fonte: Biologia: Volume Único, da Coleção Vitória-Régia, p. 16.

O livro Biologia das Populações, de José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho, Moderna (2004), volume 3, figura 26, ilustra o conceito de ecossistema com a foto de um recife submerso e, ao lado, esquematiza os níveis de organização dos seres vivos de organismo a ecossistema. Os conceitos ecológicos são representados em uma única ilustração, numa linguagem reducionista que muda o sentido dos conceitos de espécie, população, habitat, nicho e ecossistema.



Figura 26. Níveis de Organização da vida no ecossistema do recife.

Fonte: Biologia V. 3 – Biologia das Populações, p. 292.

No mesmo livro, José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho (p. 361-362), figuras 27 e 28, representam esquematicamente os conceitos de sucessão ecológica primária e secundária, por meio de dunas de areia e de um campo de cultivo abandonado. No entanto, não fica claro que a idéia de sucessão, estágio e clímax da teoria de Clements, do começo do século XIX, como nos referimos no capítulo 3, é adequada somente aos ecossistemas de clima temperado e não aos ecossistemas e florestas do clima tropical.

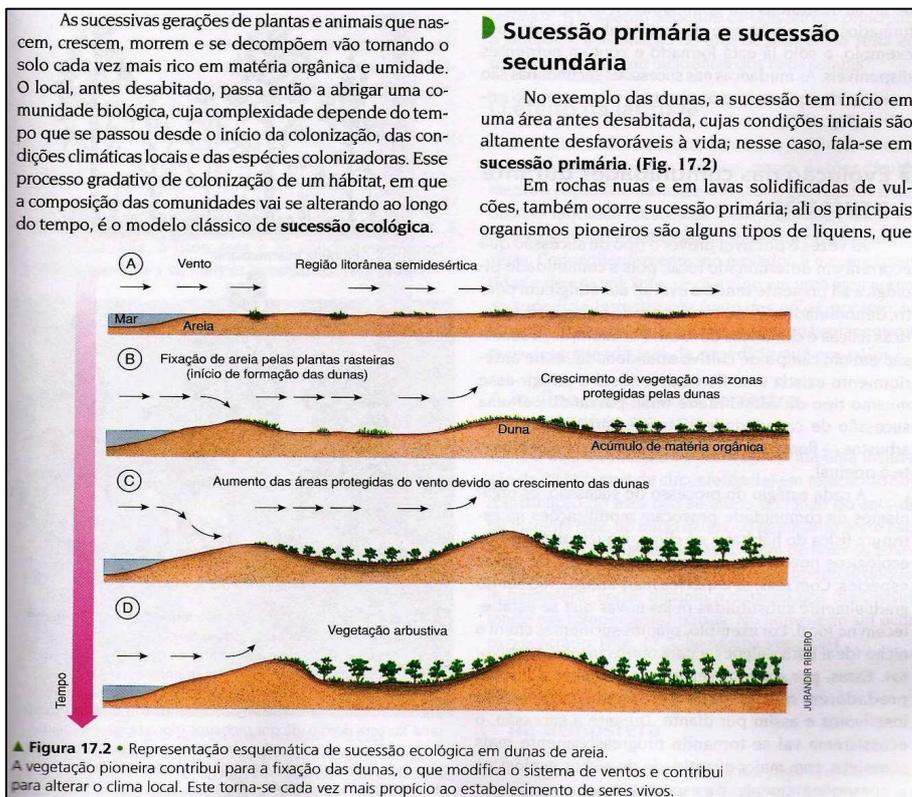


Figura: 27. Sucessão primária e sucessão secundária.
Fonte: Biologia V. 3 – Biologia das Populações, p. 361-362.

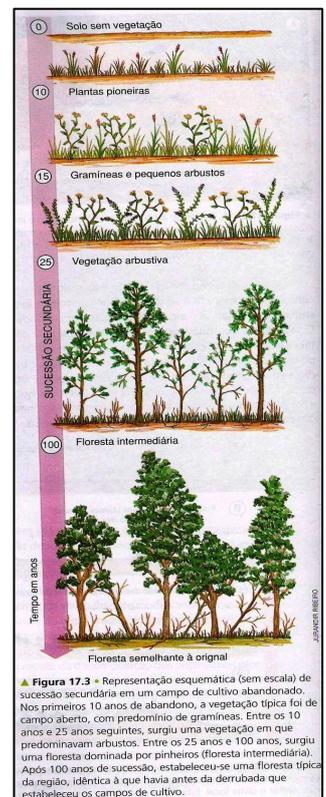


Figura: 28. Representação esquemática em um campo de cultivo abandonado.

Para iniciar a unidade Ecologia e apresentar os conceitos sobre Ecossistemas, César da Silva Junior e Zesar Sasson (2005, p. 302-303), no livro *Biologia – Volume 3 – 3ª série*, figura 29, fazem analogia do funcionamento da Terra pela harmonia no texto denominado *A hipótese Gaia*.

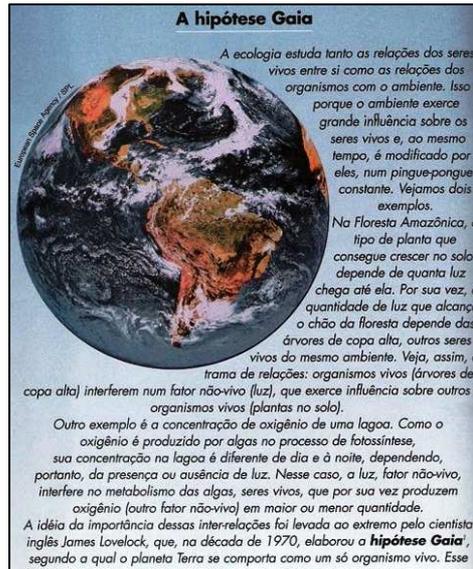


Figura: 29. A hipótese Gaia.
 Fonte: *Biologia – Volume 3 – 3ª série*, p. 302.

No mesmo livro, os autores apresentam uma ilustração acerca dos níveis de organização dos seres vivos de organismo ao ecossistema, figura 30. Ao representar todos os conceitos em uma única ilustração, os autores retiram a dinâmica populacional, numa analogia de um indivíduo com uma população.



Figura: 30. Os níveis de organização em ecologia.
 Fonte: *Biologia – Volume 3 – 3ª série*, p. 305.

Como vemos as analogias e metáforas nos livros didáticos analisados tiram as dimensões da ecologia científica recontextualizando-as em uma dimensão cientificista, ou seja, tiram, sobretudo, a idéia da dinâmica das redes energéticas entre os seres vivos. As representações da ecologia ficam fundamentadas na noção de harmonia; a única noção que, de fato, não há em nenhuma lição da ecologia científica.

V. CONCLUSÃO

Podemos concluir que o uso de analogias é um recurso interessante no ensino de Ciências, pois aproxima conceitos abstratos às situações concretas. As coleções analisadas fazem uso de analogias e metáforas. Contudo, em alguns casos, essas analogias são impróprias, tanto quando apresentadas em textos, quanto em ilustrações.

Predominam as metáforas harmonia e equilíbrio, embora outras também sejam utilizadas, como as de endereço, profissão, rede ou teia, comunidade e população.

As metáforas harmonia e equilíbrio conferem às coleções analisadas concepções errôneas de ecossistema e ambiente. Não pode haver equilíbrio ou harmonia em um ecossistema; se houver o ecossistema desaparecerá. Outro problema científico surge no uso da noção de indivíduo (mesmo quando se referem à população, comunidade ou ecossistema) como análogo ao conceito de população. População refere-se à espécie e, nesse sentido, um indivíduo é representante da espécie.

Também temos ilustrações que se referem a desequilíbrio da natureza provocado pela ação do homem em busca de produzir lucros, ou seja, devido à exploração econômica, mas aí, também se restringem ao homem no singular, deixando as relações sociais de lado.

Mazzotti (2005, p.15) defende a necessidade de se “constituir uma ação que conduza a propor uma educação ambiental sustentada nas ciências, não em representações míticas ou místicas agenciadas por metáforas organicistas”. Essas metáforas desempenham na aprendizagem um caminho que leva ao cientismo, ou seja, os professores e alunos permanecem na base intuitiva das relações ecológicas. Não levam às novas metodologias, nem experimentações básicas sobre o tema, nem às observações. Compromete-se, assim, a formação científica dos alunos.

REFERÊNCIAS

ACOT , Pascal. *História da Ecologia*. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

AMARAL, Marta Teixeira. *A Dimensão Ambiental na Educação Brasileira*. Revista Espaço Acadêmico. Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, nº 47, Abr. 2005. Disponível em <[http://www. Espaçoacademico.com.br/047/47camaral.htm](http://www.espacoacademico.com.br/047/47camaral.htm)>. Acesso em 14/07/2005.

ANDRADE, D. F. *Implementação da Educação Ambiental em escolas: uma reflexão*. In: *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Fundação Universidade Federal do Rio Grande. v. 4.out/nov/dez 2000. Disponível em <http://www.remea.furg.br/index.php>. Acesso em Jan./2007.

BELLINI, Luzia Marta. *O conceito de Evolução nos livros didáticos: avaliação metodológica*. Revista Estudos em Avaliação Educacional. Fundação Carlos Chagas, São Paulo, nº 33, 2006.

_____, Luzia Marta. *Educação Ambiental: referenciais para a prática política e científica*. Comunicação on-line: “Marta Bellini” <martabellini@uol.com.br>. Jun./2005.

BRASIL. *Guia de livros didáticos - Programa Nacional do Livro Didático - PNLD 2004. Ciências*. v. 2 (Ciências e Matemática). Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. Brasília-DF: MEC, 2003. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/guiasvirtuais/pnld2004/pdfs/guia2ciencias.pdf>>. Acesso em Dez./2006.

_____. *Guia de livros didáticos - Programa Nacional do Livro Didático - PNLD 2005. Ciências*. v. 4. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. Brasília-DF: MEC, 2004. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/guiasvirtuais/pnld2005/pdfs/ciencias.pdf>. Acesso em Dez./2006.

_____. *Guia de livros didáticos - Programa Nacional do Livro Para o Ensino Médio - PNLEM 2007. Ciências*. v. 4. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. Brasília-DF: MEC, 2006. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/home/ld_ensinomedio/guia_biologia_pnlem2007.pdf>. Acesso em Jan./2007.

BRETON, Phillippe. *A argumentação na comunicação*. Tradução de Viviane Ribeiro. 2ª ed. Bauru, São Paulo: EDUSC, 2003.

BRUZZO, Cristina. *Biologia e Imagens*. In: *Análises das Práticas Educativas*. Educ. Soc., Campinas, vol. 25, n. 89, p. 1359-1378, Set./Dez. 2004. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>> Acesso em Jun./2006.

- BURNIE, David. *Vida. Aventura na Ciência*. São Paulo: Globo, 1994.
- CONTENÇAS, Paula. *A Eficácia da Metáfora na Produção da Ciência: o caso da genética*. Coleção: Epistemologia e sociedade. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.
- DIAS, Genebaldo Freire. *Educação Ambiental: princípios e práticas*. 9. ed. São Paulo, Gaia, 2004.
- DROUIN, Jean-Marc. *Reinventar a Natureza. A ecologia e a Sua História*. 2.ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.
- DURRELL, Gerald. *O naturalista: um guia prático ao mundo da natureza*. Tradução de Sá Barbosa. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- GASKELL, G.; BAUER, M. W. (Orgs.). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Petrópolis: Vozes, 2002.
- GONÇALVES, Carlos Walter Porto. *Os (des)caminhos do Meio Ambiente*. 13. ed. São Paulo: Contexto, 2005.
- HAECKEL, Ernst. “Ueber Entwicklungsgang und Aufgabe der Zoologie”. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*, 1870, 353-370. In: ACOT, Pascal. *História da Ecologia*. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- JOLY, Martini. *Introdução à análise da imagem*. 6. ed. Campinas, São Paulo: Papyrus, 1996.
- LAKOFF, George e JOHNSON, Mark. *Metáforas da Vida Cotidiana*. Campinas: Mercado de Letras, 2002.
- LEFF, Henrique. *Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Trad. Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
- LEONARDI, Maria Lúcia Azevedo. *A Educação Ambiental como um dos Instrumentos de Superação da Insustentabilidade da Sociedade*. In: CAVALCANTI, Clóvis (org.). São Paulo: Crotez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.
- MAZZOTTI, Marlene Adorni. *O Livro Didático Como Categoria de Investigação da Realidade Escolar*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSC, 1986.
- MAZZOTTI, Tarso. *A verdade como consenso determinado pelas técnicas argumentativas*. GT Pragmatismo Encontro: Verdade: da Metafísica moderna ao pragmatismo. Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá, 2005. Comunicação on-line: “Tarso Massotti” (tmazzotti@mac.com). Agot/2005.
- _____, Tarso Bonilha. *Educação Ambiental em busca do “paraíso perdido”*. Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá, 2005. Comunicação on-line: “Tarso Massotti” (tmazzotti@mac.com). Fev./2006.

_____, Tarso Bonilha. *Elementos para a Introdução da Dimensão Ambiental na Educação Escolar – 2º Grau*. Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá, 2005. Comunicação on-line: “Tarso Massotti” (tmazzotti@mac.com). Fev./2006.

_____, Tarso Bonilha; OLIVEIRA, Renato José de. *Ciência(s) da Educação*. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

NASCIMENTO, Eva Pereira. *Crise Ecológica Moderna: Uma Revisão sobre Paradigmas em Educação Ambiental*. Centro Universitário Adventista de São Paulo. In: *Informalista. Lista de Discussão do Projeto Apoema - Educação Ambiental (Antigo Projeto Vida – Educação Ambiental)*. nº 11, Mar. 2001. Disponível em: <<http://www.apoema.com.br/InformaLista11b.htm>>. Acesso em Jan./2007.

NOVA BARSA CD-ROM [Multimídia]. São Paulo: Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações Ltda, 1998.

ODUM, Eugene P. *Ecologia*. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1977.

POLLOCK, Steve. *Ecologia. Aventura na Ciência*. São Paulo: Globo, 1994.

REBOUL, Olivier. *Introdução à Retórica*. Tradução Ivone Castilho Benedetti. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

ROCCO, Rogério. *Legislação Brasileira do Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

RUY, Rosimari A. Viveiro Ruy. *A Educação Ambiental na Escola*. Revista Eletrônica de Ciências. UNESP de Rio Claro, São Carlos-SP, nº 26, Maio 2004. Disponível em http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_26/eduambiental.html. Acesso em Jan/2007.

SOARES, José Luís. *Dicionário Etimológico e Circunstanciado de Biologia*. São Paulo: Scipione, 2005.

VASCONCELLOS, Hedy Silva Ramos de. *A pesquisa-ação em projetos de Educação Ambiental*. In: PEDRINI, Alexandre de Gusmão Pedrini (org). *Educação Ambiental: reflexões e práticas contemporâneas*. Petrópolis, Vozes, 1997.

Livros Didáticos Analisados:

Ciências – 1ª a 4ª Séries:

LAGO, Samuel Ramos; MEIRELLES, Erica. Ciências – 1ª Série. Coleção Vitória Régia. São Paulo: IBEP, 2001.

_____, Ciências – 2ª Série. Coleção Vitória Régia. São Paulo: IBEP, 2001.

_____, Ciências – 3ª Série. Coleção Vitória Régia. São Paulo: IBEP, 2001.

_____, Ciências – 4ª Série. Coleção Vitória Régia. São Paulo: IBEP, 2001.

Ciências – 5ª a 8ª Séries:

VALLE, Cecília. Terra e Universo. 5ª Série. Curitiba: Positivo, 2004.

_____, Vida e Ambiente. 6ª Série. Curitiba: Positivo, 2004.

_____, Ser Humano e Saúde. 7ª Série. Curitiba: Positivo, 2004.

_____, Tecnologia e Sociedade. 6ª Série. Curitiba: Positivo, 2004.

Biologia:

ADOLFO, Augusto; CROZETA, Marcos e LAGO, Samuel. Biologia: Volume Único: Ensino Médio.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia V. 3 – Biologia das Populações. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

SILVA JUNIOR, César da; SASSON, Sezar. Biologia – v. 3 – 3ª série. 7ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. Biologia – Volume Único. São Paulo: Saraiva, 2005.