



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO,  
FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS



**SAMADHI GIL CARNEIRO PIMENTEL**

**EQUILÍBRIOS ECOLÓGICOS: UM PERFIL CONCEITUAL APLICADO À  
COMPREENSÃO DAS DINÂMICAS DOS SISTEMAS ECOLÓGICOS E  
SOCIOECOLÓGICOS**

SALVADOR

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO,  
FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS



EQUILÍBRIOS ECOLÓGICOS:  
UM PERFIL CONCEITUAL APLICADO À COMPREENSÃO DAS DINÂMICAS DOS  
SISTEMAS ECOLÓGICOS E SOCIOECOLÓGICOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudia de Alencar Serra e Sepulveda;

Co-Orientador: Prof. Dr. Charbel Niño El-Hani.

SAMADHI GIL CARNEIRO PIMENTEL

Salvador

2019

SIBI/UFBA/Faculdade de Educação – Biblioteca Anísio Teixeira

Pimentel, Samadhi Gil Carneiro.

Equilíbrios ecológicos : um perfil conceitual aplicado à compreensão das dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos / Samadhi Gil Carneiro Pimentel. – 2019.

179 f. : il.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia de Alencar Serra e Sepulveda.

Coorientador: Prof. Dr. Charbel Niño ElHani.

Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação, Salvador, 2019.

Programa de Pós-Graduação em convênio com a Universidade Estadual de Feira de Santana.

1. Ecologia - Estudo e ensino (Ensino superior). 2. Conceitos - Estudo e ensino (Ensino superior). 3. Modelo científico. I. Sepulveda, Claudia de Alencar Serra e. II. ElHani, Charbel Niño. III. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. IV. Universidade Estadual de Feira de Santana. V. Título.

CDD 574.5 – 23. ed.

## **SAMADHI GIL CARNEIRO PIMENTEL**

EQUILÍBRIOS ECOLÓGICOS: UM PERFIL CONCEITUAL APLICADO À COMPREENSÃO DA DINÂMICA DOS SISTEMAS ECOLÓGICOS E SOCIOECOLÓGICOS.

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana.

20 de setembro de 2019.

### **Banca Examinadora**

Claudia de Alencar Serra e Sepulveda – Orientadora \_\_\_\_\_  
Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS  
Universidade Estadual de Feira de Santana

Charbel Niño El-Hani – Coorientador \_\_\_\_\_  
Doutor em Educação pela USP  
Universidade Federal da Bahia

Rosiléia Oliveira de Almeida \_\_\_\_\_  
Doutora em Educação pela UNICAMP  
Universidade Federal da Bahia

Bruno Vilela de Moraes e Silva \_\_\_\_\_  
Doutor em Ecologia e Evolução pela UFG  
Universidade Federal da Bahia

Eduardo Fleury Mortimer \_\_\_\_\_  
Doutor em Educação pela USP  
Universidade Federal de Minas Gerais

Edenia Maria Ribeiro do Amaral \_\_\_\_\_  
Doutora em Educação pela UFMG  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

*Para minha avó e minha mãe, ofereço,  
Pois meu curso segue de seus leitos.*

*Para meu filho, dedico,  
Porque é minha fonte maior de inspiração e transpiração.*

*UM OLHO ABERTO*

*Ora, cara, não me venha  
Com esse papo sobre a natureza  
Cada um inventa a natureza  
Que melhor lhe caia  
Uma natureza que é a sua cara  
Uma natureza cuspidada e escarrada  
Onde existe o dito natural  
E o animal perfeito mora  
Onde a verdade é garimpada  
Até não sobrar nada*

*Na sede, o sexo  
O peixe, o índio  
O rio, concreto  
Invadindo os edifícios  
Um nome, um muro  
Circuito fechado  
O olho aberto  
Pra você dormir tranquilo*

*HISTÓRIA NATURAL*

*Cobras cegas são notívagas  
O orangotango é profundamente solitário  
Macacos também preferem o isolamento  
Certas árvores só frutificam de 25 em 25 anos  
Andorinhas copulam no vôo  
O mundo não é o que pensamos*

ANDRADE, Carlos Drummond de. **Corpo**. Rio de Janeiro: Record, 2002.

*Tudo que é sólido desmancha no ar.*

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Manifesto do Partido Comunista**. São Paulo: L&PM, 2001 [1848].

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu filho, Ian, por fazer tudo com entusiasmo e irradiar alegria, por ser meu maior estímulo para buscar construir um futuro melhor, por todo afeto, por ser um destruidor de rotina e fábrica de novidades, ensinando-me que todo dia é dia de aprender e que somos capazes de aprender qualquer coisa.

À minha avó, Mirian, que, mesmo diante da oposição de algumas pessoas, da indiferença de outras, das dificuldades econômicas e das suas próprias dificuldades, realizou obstinado e efetivo esforço para me proporcionar uma formação básica de qualidade, bem como minha entrada na Universidade e me inculcar o hábito da leitura desde um tempo que sequer consigo lembrar.

À minha mãe, Claudia, por ter se mantido ao meu lado, pelo incentivo e por nunca ter duvidado da minha trajetória, por respeitar invariavelmente e desde sempre meus momentos de leitura, e, sobretudo, por se orgulhar de mim, mesmo eu não sendo capaz de apoiá-la tanto quanto o necessário.

À minha irmã, Aiala, por compartilhar comigo muitos desafios em comum, por ser uma estudante dedicada que muito me orgulha e me alimenta de esperança.

Ao meu avô, Geraldo, o pai que tive, por ter me ensinado, ainda que com palavras simples, a ser forte e diante de qualquer adversidade, pela distinta confiança que tinha em mim e pelo suporte constante à família enquanto estive entre nós.

À minha companheira amada, Mariana, pelo cuidado, carinho, apoio e incentivo, por estar sempre ao meu lado, mesmo em momentos difíceis.

À mãe do meu filho, Ilnah, por ter compartilhado comigo tantas lutas e por ter estado comigo na maior parte da minha trajetória acadêmica, sempre me fortalecendo.

À minha orientadora, Claudia Sepulveda, e ao meu orientador, Charbel El-Hani pela contribuição de altíssimo nível na minha formação e pelo apoio fraterno no desenvolvimento do trabalho, tanto que qualquer mérito desta tese é compartilhado com ambos, mas nenhum demérito.

Aos professores e colegas do Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências (GCPec) da UEFS, do Laboratório de Ensino, Filosofia e História da Biologia (Lefhbio) da UFBA e do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia



e História das Ciências (PPGEFHC), em especial à Vanessa, Lala e João pelas proveitosas discussões sobre a teoria dos perfis conceituais.

Às famílias Goiaba, Fernandes e Oliveira, minhas famílias de coração, pelo apoio, pelos tantos momentos bons que tivemos juntos e pela compreensão ante a minha distância imposta pelas circunstâncias da vida.

Ao meu pai acadêmico, José Geraldo, por ter sido meu maior professor, sendo também um grande exemplo de cientista e ser humano, pelos versos e pela amizade que engrandece.

Aos professores Mortimer e Bruno e às professoras Rosiléia e Edênia pelas cuidadosas contribuições para melhorar o texto da tese, refletindo ainda sobre avanços do Programa de Pesquisa.

Aos colegas da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER), em especial a minha chefe, Adriana, pelas flexibilizações que me permitiram finalizar a tese.

À CAPES pela concessão da bolsa de doutorado, apesar do congelamento do valor, reiterando equivocada e lamentavelmente que ciência e educação não são prioridades no Brasil.

## RESUMO

A teoria dos perfis conceituais pressupõe que coexistem diferentes modos de pensar e formas de falar sobre conceitos, os quais podem ser válidos a depender do contexto e, por isso, podem coexistir. Essa polissemia conceitual pode ser modelada em zonas, caracterizadas por conjuntos de compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos que estabilizam esses diferentes modos de pensar e formas de falar. Com base nesta noção, tem sido desenvolvido um programa de pesquisa que tem entre suas metas a construção de perfis para conceitos centrais de um campo do conhecimento, a partir dos quais é possível organizar pesquisas sobre processos de ensino e aprendizagem, bem como práticas de ensino. Neste trabalho, relatamos o processo de construção de um perfil do conceito de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão das dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos. A polissemia do conceito de equilíbrio ecológico é notória, variando, por exemplo, de concepções de equilíbrio estático e dinâmico, até concepções de dinâmicas de não-equilíbrio, significadas, construídas e apropriadas por comunidades de ambientalistas, gestores e cientistas de diversas áreas. Na história da ecologia, o conceito de equilíbrio é central, influenciando a própria emergência e consolidação da disciplina. A partir da fundamentação no método genético de Vygotsky, adotamos diferentes procedimentos que permitiram coletar informações relativas a três domínios genéticos do desenvolvimento de um conceito. A pesquisa em fontes da história e filosofia da Ecologia foi realizada com vistas a acessarmos o domínio sociocultural, relativo ao desenvolvimento histórico-social do conceito. Aplicações de questionários com estudantes de pós-graduação das áreas de biodiversidade e engenharia e pesquisa bibliográfica sobre concepções alternativas ao conceito tiveram como foco principal o domínio ontogenético, relativo ao desenvolvimento do conceito na história de vida de indivíduos. A observação direta e o registro de vídeos de interações discursivas, em salas de aula de turmas de licenciatura e bacharelado em Ciências Biológicas, permitiram acessar o domínio microgenético, relativo à gênese do conceito em períodos restritos de tempo, além também do ontogenético. As informações obtidas em relação a estes domínios foram analisadas de modo dialógico, tendo em vista a identificação de temas e compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos considerados estruturantes dos modos de pensar e formas de falar sobre o conceito no contexto da compreensão das dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Através da identificação de temas e compromissos, construímos uma matriz semântica no sentido de organizar a polissemia em torno do conceito e propusemos um modelo de perfil do conceito de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas. Esse modelo possui três zonas: 1) equilíbrio providencial único; 2) equilíbrio dinâmico único; e 3) dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio. Espera-se que o modelo proposto se constitua como uma ferramenta para analisar interações discursivas em salas de aula, auxiliar na tomada de decisão em questões socioambientais e amparar o planejamento de ensino de Ecologia e Ciências do Ambiente no contexto do ensino superior.

**Palavras-chave:** Perfil Conceitual; Equilíbrio Ecológico; Dinâmicas Ecológicas e Socioecológicas.

## ABSTRACT

Conceptual profiles theory assumes that different ways of thinking and speaking about concepts coexist, which may be equally valid depending on the context. This conceptual polysemy can be modeled in zones, characterized by sets of ontological, epistemological, and axiological compromises that stabilize ways of thinking and ways of speaking. Based on this notion, a research program has been developed that has among its goals the construction of profiles for central concepts of a field of knowledge, from which it is possible to organize research on teaching and learning processes. In this work we report the process of constructing a profile of the concept of ecological equilibrium applied to the understanding of the dynamics of ecological and socioecological systems. The polysemy of the concept of ecological equilibrium is notorious, ranging, for example, from static and dynamic equilibrium conceptions, to conceptions of non-equilibrium dynamics, constructed and appropriated by communities of environmentalists, environmental managers and scientists from various areas. In ecology the concept of balance is central, influencing the emergence and consolidation of the discipline. Based on Vygotsky's genetic method, we adopted different procedures that allowed us to collect information related to three genetic domains of the development of a concept. The research in sources of the history and philosophy of Ecology was made in order to access the sociocultural domain, related to the historical-social development of the concept. Application of questionnaires to postgraduate students from the areas of biodiversity and engineering and bibliographic research on alternative conceptions of the concept focused on the ontogenetic domain, related to the development of the concept in the life history of individuals. The direct observation and recording of videos of discursive interactions in classrooms sought to access the microgenetic domain, related to the genesis of the concept in restricted periods of time, as well as the ontogenetic. The information obtained in relation to these domains was analyzed in a dialogical way in order to identify epistemological, ontological and axiological themes and compromises considered as structuring of the ways of thinking and ways of speaking about the concept in the context of the understanding of the dynamics of ecological and socioecological systems. Through the identification of themes and commitments, we built a semantic matrix in order to organize the polysemy around the concept and proposed the profile model of the concept of ecological balance applied to the understanding of ecological and socioecological dynamics. The model has three zones: 1) unique providential balance; 2) single dynamic equilibrium and 3) multiple equilibria and non-equilibrium dynamics. The proposed model is expected to be a tool for analyzing discursive interactions in classrooms, support in decision-making on social and environmental issues, and supporting Ecology and Environmental Science teaching planning in the context of higher education.

**Keywords:** Conceptual profile; Ecological Equilibrium; Ecological and Socioecological Dynamics.

## LISTA DE QUADROS E FIGURA

Figura 1– Desenho metodológico para construção do perfil do conceito de equilíbrio ecológico. ....	46
Quadro 1 – Concepções alternativas baseadas na metáfora do “Equilíbrio da Natureza” e objetivos da intervenção educacional proposta por Hovardas e Korfiatis (2011, tradução nossa). ....	94
Quadro 2 – Matriz semântica relacionando compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos em torno de temas estruturantes do conceito de equilíbrio ecológico na compreensão da dinâmica de sistemas ecológicos e socioecológicos. ....	131
Quadro 3 – Caracterização geral resumida das zonas do modelo de perfil conceitual de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas. ....	137
Quadro 4 – Temas, categorias e compromissos que caracterizam a zona de equilíbrio providencial único. ....	138
Quadro 5 – Temas, categorias e compromissos que caracterizam a zona de equilíbrio dinâmico único. ....	142
Quadro 6 – Temas, categorias e compromissos que caracterizam a zona das dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio. ....	145
Quadro 7 – Zonas de um perfil do conceito de equilíbrio ecológico, relacionando uma síntese dos compromissos distintivos e compartilhados entre as zonas. ....	149

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
2 BASES TEÓRICO-METODOLÓGICAS DO PROGRAMA DE PERFIS E DESENHO METODOLÓGICO DA PESQUISA .....	24
2.1 A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS.....	25
2.2 METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DE DE PERFIS CONCEITUAIS.....	32
2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	40
3 O CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NOS DIFERENTES DOMÍNIOS GENÉTICOS .....	48
3.1 A GÊNESE DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NO DOMÍNIO SOCIOCULTURAL.....	49
3.2 A GÊNESE DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NOS DOMÍNIOS ONTOGENÉTICO E MICROGENÉTICO.....	69
3.3 A MATRIZ SEMÂNTICA ORGANIZANDO A POLISSEMIA DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO: TEMAS E COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS, ONTOLÓGICOS E AXIOLÓGICOS.....	106
4 UM PERFIL CONCEITUAL DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NA COMPREENSÃO DA DINÂMICA DE SISTEMAS ECOLÓGICOS E SOCIOECOLÓGICOS.....	135
4.1 EQUILÍBRIO PROVIDENCIAL ÚNICO .....	137
4.2 EQUILÍBRIO DINÂMICO ÚNICO.....	141
4.3 DINÂMICAS DE EQUILÍBRIOS MÚLTIPLOS E DE NÃO-EQUILÍBRIO .....	145
4.4 DISCUSSÃO .....	148
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	152
REFERÊNCIAS.....	159
APÊNDICE A – Cenários .....	172
APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).....	178
ANEXO A – Quadro com legenda original de Hovardas e Korfiatis (2011).....	179

## 1 INTRODUÇÃO

O presente estudo está inserido no Programa de Pesquisa sobre Perfis Conceituais. O Programa teve início com o professor Eduardo Fleury Mortimer<sup>1</sup>. Mortimer (2000) relatou que trabalhava com a hipótese de que o processo de ensino deveria tentar delimitar o domínio das concepções prévias sem suprimi-las e observou que as várias concepções apresentadas pelos estudantes antes do processo de ensino não eram substituídas pelos novos conceitos, mas passavam a conviver com eles. Diante desta constatação, Mortimer (1994; 1995; 2000) desenvolveu a teoria dos perfis conceituais que pressupõe que as pessoas exibem diferentes formas de ver e representar o mundo, usados em diferentes contextos (MORTIMER, 1995; 2000; MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Entre conceitos científicos, esta coexistência não é diferente, a persistência das visões clássicas, mesmo após o ensino e aprendizagem das visões consideradas atuais do mesmo fenômeno, é bastante recorrente, muitas vezes porque as visões clássicas estão associadas justamente à linguagem cotidiana (MORTIMER, 2001; MORTIMER; EL-HANI, 2014). A partir de então, a teoria dos perfis conceituais tem sido empregada em investigações a respeito da produção de novos significados em salas de aula de ciências, levando em conta a interação entre os modos de pensar e as formas de falar. O pressuposto básico é que os distintos modos de pensar de um indivíduo se relacionam diretamente com as diferentes formas de falar.

Trata-se, pois, de uma teoria aplicada eminentemente à pesquisa em ensino de conceitos científicos e sobre desenvolvimento conceitual. Assumindo como princípios teóricos a heterogeneidade do pensamento verbal (TULVISTE, 1991<sup>2</sup> apud MORTIMER; EL-HANI, 2014), bem como a natureza dialógica da compreensão e aprendizagem (MORTIMER; SCOTT, 2003), definiu-se, a partir dessa teoria, um programa de pesquisa sobre a forma como as pessoas aprendem conceitos científicos e como esses conceitos podem ser ensinados de modo a dialogar com a

---

<sup>1</sup> A tese de doutorado de Mortimer (1994) é considerada a referência fundacional da teoria dos perfis conceituais. O livro “Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências” (MORTIMER, 2000) é produto direto da tese e suficiente para acessar o conteúdo desta (MORTIMER, comunicação pessoal, 2016).

<sup>2</sup> TULVISTE, Peeter. **The Cultural-Historical Development of Verbal Thinking**. Nova York: Nova Science Publishers, 1991.

heterogeneidade de significados. As metas elencadas para serem realizadas pelo programa de pesquisa foram as seguintes: (1) propor modelos de perfis de determinados conceitos científicos por meio da determinação das zonas que os constituem, (2) investigar como essas zonas aparecem em diferentes pessoas ou em comunidades específicas como um meio para caracterização dos perfis conceituais, e (3) investigar a interação entre diferentes modos de pensar e formas de falar em salas de aula de ciências (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Inicialmente elaborada com o estudo dos conceitos de atomismo e estados físicos da matéria no contexto do ensino de química (MORTIMER, 1994; 1995; 2000), bem como de molécula (MORTIMER, 1997), de calor (AMARAL; MORTIMER, 2001) e espontaneidade e entropia (AMARAL, 2004; AMARAL; MORTIMER, 2004; AMARAL; MORTIMER; SCOTT, 2014), os quais podem se aplicar também à física, a teoria dos perfis conceituais foi aplicada para a construção de perfis de conceitos de diversas áreas, como das ciências biológicas, com os perfis dos conceitos de vida (COUTINHO, 2005; COUTINHO; EL-HANI; MORTIMER, 2005; COUTINHO; EL-HANI; MORTIMER; 2014; COUTINHO; MORTIMER; EL-HANI, 2007), morte (NICOLLI, 2009; NICOLLI; MORTIMER, 2009; NICOLLI; MORTIMER, 2012; NICOLLI; MORTIMER, 2014), adaptação biológica (SEPULVEDA, 2010; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2007; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2014) e herança biológica (REIS; SEPULVEDA; EL-HANI, 2017; REIS, 2018).

Nota-se que a escolha, pelo Programa de Pesquisa, foi começar com conceitos centrais básicos, definidores de domínios amplos nas ciências naturais, mas especificamente na química, física e biologia. É possível interpretar o que vem a ser conceitos centrais a partir da noção de ontodefinição de Emmeche (1997), concebendo-os, dessa forma, como ontoconceitos, os quais denotam fenomenologias abrangentes referentes a categorias, normalmente abstratas, que são base da visão de mundo da ciência contemporânea, tais como matéria, energia e vida, desdobrados, por exemplo, na construção dos perfis de atomismo e estados físicos da matéria (ex.: MORTIMER, 1994), calor (ex.: AMARAL; MORTIMER, 2001) e vida (ex.: COUTINHO, 2005), respectivamente.

Os ontoconceitos podem ser relacionados ao componente metafísico de um paradigma ou matriz disciplinar, conforme a discussão de Kuhn (1998)<sup>3</sup>, sendo, portanto, basilares para a atividade científica. Embora proporcionem uma compreensão básica e uma narrativa explicativa da própria natureza desses grandes objetos do conhecimento científico, os ontoconceitos muitas vezes não são considerados pelos cientistas, uma vez que estão usualmente implícitos na matriz disciplinar (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

A segunda tarefa do programa, a de investigar como as zonas conceituais aparecem em diferentes pessoas e comunidades, como forma de caracterizar os perfis conceituais individuais e de comunidades específicas, foi abordada inicialmente em estudos envolvendo o conceito de vida (SILVA, 2006; MATOS et al., 2007; SILVA; MORTIMER; COUTINHO. 2014). Enquanto a terceira tarefa, a que propõe a investigação da interação entre os diferentes modos de pensar e formas de falar no contexto de aulas de ciências, foi abordada inicialmente em estudos envolvendo os conceitos de matéria e átomo (MORTIMER, 1998), entropia e espontaneidade (AMARAL, 2004; AMARAL; MORTIMER, 2004; AMARAL; MORTIMER; SCOTT, 2014) e adaptação evolutiva (SEPULVEDA, 2010; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Observa-se que, dentre as disciplinas consideradas estruturantes nas Ciências Biológicas, levando-se em conta as teorias gerais propostas por Scheiner (2010), foram contempladas a biologia evolutiva, com o perfil de adaptação (SEPULVEDA, 2010; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2013), e a genética, com o perfil de herança (REIS; SEPULVEDA; EL-HANI, 2017; REIS, 2018). A ecologia, entretanto, ainda carece da construção de perfis conceituais de ontoconceitos científicos que possam ser usados no planejamento de ensino e na pesquisa sobre aprendizagem.

---

<sup>3</sup> Mesmo no livro clássico de Thomas Kuhn, é possível obter mais de uma interpretação para o conceito de paradigma. Não obstante a diversidade de definições possíveis para esse conceito, uma forma usual de definir esse conceito é aquela que afirma que os paradigmas científicos representam um conjunto de saberes e fazeres que envolvem uma atividade científica, bem como o conjunto de afirmações científicas consideradas como válidas (GODFREY-SMITH, 2003; KUNH, 1998). Pode-se dizer, então, que a influência de um paradigma fixa as regras e objetivos de uma ciência (KUNH, 1998; SILVA, 2010), fornecendo problemas e soluções para uma comunidade de praticantes de uma ciência, de modo a restringir aquilo que pode ser visto, questionado e pensado no contexto da aplicação dos dados e teorias inclusos no paradigma (BARTELMÉBS, 2012; KUNH, 1998). Vale ressaltar que, embora, na filosofia da ecologia e das ciências ambientais, o conceito de equilíbrio ecológico seja referido muitas vezes como paradigmático, nossa abordagem não investiga o conceito como paradigma.



Embora Oliveira (2005) tenha buscado identificar concepções de biodiversidade, fundamentando-se na literatura sobre perfis, não identificou os compromissos estruturantes dos modos de pensar esse conceito, nem derivou as zonas de um possível perfil. Silva, Amaral e Oliveira (2007), por sua vez, realizaram uma caracterização preliminar de zonas para um perfil conceitual de manguezal, sem chegar a propor um modelo de perfil. Além dessa lacuna, é discutível se o conceito de manguezal se configura como um ontoconceito.

Neste trabalho, partimos do pressuposto de que o conceito de equilíbrio ecológico se adequa aos critérios para a perfilação de um conceito. Sugere-se que, para justificar a construção de um perfil conceitual, o conceito deve atender aos seguintes critérios: (1) deve ser central em uma determinada disciplina científica, ou seja, deve ser um ontoconceito; (2) deve ser polissêmico o suficiente para que seja possível identificar variados modos de pensar e formas de falar; e (3) deve ser usado tanto na linguagem cotidiana como na científica. A proposição de critérios para a escolha de conceitos a serem perfilados busca evitar que sejam construídos inúmeros perfis conceituais e priorizar a construção de modelos que tenham um potencial heurístico em investigações envolvendo a polissemia em sala de aula (MORTIMER et al., 2014b).

A centralidade do conceito de equilíbrio na ecologia remonta ao seu período de emergência como disciplina científica. Egerton (1973) afirma que Lineu definiu o conceito de equilíbrio e, com isto, fundou a ciência da ecologia. No entanto, considera-se que as primeiras formulações de problemas próprios da ecologia partiram da geografia botânica, uma tradição de pesquisa posterior a Lineu, a qual não tinha a noção de equilíbrio como um pressuposto subjacente. Mas a influência da noção lineana de economia da natureza ou de equilíbrios naturais na constituição histórica da Biologia levou mais tarde à inserção da noção de equilíbrio da natureza<sup>4</sup> no desenvolvimento da ecologia e a permeou por, possivelmente, toda a sua história

---

<sup>4</sup> Em língua inglesa é comum a utilização de dois termos diferentes. Um deles, *balance of nature*, se refere normalmente às concepções do equilíbrio sobre a natureza como um todo, sem recorrer a modelos científicos com explicação sobre as causas materiais, especialmente sem recorrer a modelos matemáticos. O termo *ecological equilibrium* ou mesmo *equilibrium of nature* se refere normalmente à determinados usos científicos do conceito, recorrendo à explicações sobre as causas materiais, sendo sobretudo utilizado quando se recorre a modelos matemáticos para explicar o equilíbrio. Convencionaremos traduzir o primeiro por “equilíbrio da natureza” e o segundo por “equilíbrio ecológico”. Por sua vez, consideramos sinônimo atribuir equilíbrio à natureza, ao meio ambiente ou mesmo ao sistema ecológico ou socioecológico, uma vez que o contexto de aplicação do conceito sobre o qual nossa pesquisa se debruça não diz respeito às concepções desses termos, mas às dinâmicas ecológicas, o que pode ser contemplado em qualquer um desses termos.

(ACOT, 1990). Tanto que o “paradigma do equilíbrio” é considerado o paradigma clássico da ciência da ecologia (PICKETT; PARKER; FIEDLER, 1992; SIMBERLOF, 1980; WU; LOUCKS, 1995), mantendo influência na comunidade científica contemporânea (WU; LOUCKS, 1995; COOPER, 2001; CUDDINGTON, 2001; PICKETT; KOLASA; JONES, 2007).

Na Ecologia, o conceito de equilíbrio ecológico tem papel estruturante na compreensão das dinâmicas espaço-temporais<sup>5</sup> de ecossistemas e populações, bem como das unidades ecológicas no nível das comunidades (HOVARDAS; KORFIARTIS, 2011), tendo influência sobre estudos de redes tróficas em comunidades, conforme mencionado por Kricher (2009), e na análise de ecossistemas no contexto de questões socioecológicas, como nos trabalhos de Holling (ex.: 2001).

O conceito de equilíbrio ecológico tem um caráter transversal dentro da própria ciência da ecologia, sendo mobilizado por diferentes subdisciplinas, o que provavelmente potencializa sua polissemia. Por exemplo, Walter (2008) nos apresenta uma discussão do conceito aplicada à autoecologia ou ecologia de indivíduos, Cuddington (2001) remete sua discussão à ecologia de populações, Nicolson (2013) à ecologia de comunidades, não raro chamada de sinecologia, e Wu e Loucks (1995) à ecologia de ecossistemas e paisagens. Vale ressaltar ainda que está presente em outras ciências, como nas ciências ambientais e na engenharia, especialmente na engenharia ambiental.

Ademais, diversas controvérsias são perpassadas por significações nem sempre explícitas sobre o conceito de equilíbrio ecológico. A relação do ser humano com a natureza e os problemas ambientais são temas constantes dentre as controvérsias da Ecologia que mobilizam esse conceito. Perguntas como o que deve ser priorizado em políticas de gestão ambiental e qual o estado desejado para os ecossistemas são polêmicas fecundas. Há debates sobre se deve dado foco à preservação de espécies ou de ecossistemas inteiros. Por sua vez, a própria ideia de preservação é contestada uma vez que normalmente pressupõe que a natureza é

---

<sup>5</sup> De acordo com Almeida e El-Hani (2006), propriedades dinâmicas são aquelas que levam em consideração a variável tempo nas análises. Portanto, o contexto de aplicação do conceito de equilíbrio ecológico em nossa pesquisa envolve uma reflexão sobre a variação ou não do sistema ecológico ou socioecológico em função do tempo. Sistema pode ser entendido aqui em sentido amplo, como em Pickett e colaboradores (2007), sendo um conjunto de entidades organizadas e integradas, interagindo e gerando processos e produtos emergentes, com uma definição de escala, fenômenos incluídos e escopo.

imutável (STERELNY; GRIFFTHS, 1999). Cada um destes temas mobiliza de alguma forma significações do conceito de equilíbrio ecológico uma vez que eles se relacionam com pressuposições acerca de estados preferenciais, dinâmicas e modificações dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

A literatura que trata de concepções alternativas ao conceito de equilíbrio ecológico atribui centralidade ao mesmo no contexto da educação científica (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007; HOVARDAS; KOFIARTIS, 2011; ERGAZAKI; AMPATZIDIS, 2011). Segundo Ergazaki e Ampatzidis (2012), o conceito é bastante presente na ciência escolar com predominância de pressuposições da existência de ordem e estabilidade predeterminadas na natureza por mecanismos regulatórios. Considerando a ecologia como a ciência que descreve o funcionamento e as inter-relações da natureza, Hovardas e Kofiaris (2011) afirmam que a ecologia pode conferir mais poder a metáforas<sup>6</sup> historicamente arraigadas, a exemplo do equilíbrio da natureza (*balance of nature*, no original), sendo, portanto, necessário dar grande atenção a essa metáfora, dadas as implicações sobre a prática científica, a filosofia da ciência e a educação.

A polissemia do conceito de equilíbrio é notória. Provavelmente a distinção de significados mais trivial seja a de equilíbrio estático confronto equilíbrio dinâmico (MARTÍNEZ, 2013). Na história da Ecologia e das Ciências Ambientais podem ser identificados significados diversos atribuídos ao conceito de equilíbrio. Acot (1990) discute as influências teológicas sobre questões envolvendo o conceito, como no pensamento lineano que pressupunha a existência de equilibrações providenciais na “economia da natureza”, isto é, obedecendo a uma ordenação divina. Holling (2010) concebe a existência de sistemas com equilíbrios múltiplos e Simberloff (1980) apresenta uma perspectiva sobre os sistemas ecológicos que se restringem a dinâmicas de não-equilíbrio com previsibilidade restritamente probabilística.

O conceito não está menos presente na linguagem cotidiana e em outras linguagens sociais, sendo usado por variados e distintos grupos sociais, como gestores públicos, ambientalistas e religiosos (ACOT, 1990; KRICHER, 2009;

---

<sup>6</sup> Segundo Hovardas e Kofiaris (2011) metáforas são representações conceituais do mundo criadas pelos seres humanos para poder explicar "o que o mundo é", desempenhando uma importante função cognitiva, como processo básico, ideológico e modulador da compreensão humana. Para servir ao seu propósito, as metáforas envolvem a transferência de uma área familiar, concreta e clara da experiência – por exemplo, o meio ambiente imediato em que a pessoa vive –, para uma área inexplorada, abstrata ou complexa – por exemplo, a natureza como um todo (HOVARDAS; KOFIARTIS, 2011).

SIMBERLOFF, 2014). Por exemplo, Mesquita (2012) descreve que povos da região do Alto Juruá, na região amazônica, recorrem a um sistema de crenças, baseado na continuidade metafísica entre alma, seres humanos e animais não-humanos, para explicar a geração e manutenção de equilíbrio, bem como o desequilíbrio diante das mudanças climáticas, tal como os povos estudados percebem. Eden e Bear (2011) analisam como pescadores invocam modelos de equilíbrio da natureza para o manejo da pesca e na compreensão dos ambientes aquáticos onde pescam.

Kricher (2009) examina como o conceito é mobilizado pelos defensores do *design* inteligente, movimento descrito pelo autor como uma proposição religiosa que busca disputar o campo científico. Ladle e Gillson (2009) discutem as causas da persistência das representações, veiculadas na mídia, da natureza como tendo equilíbrio estável. Oates (1992) cita também influências dessas representações sobre o movimento hippie.

O equilíbrio ecológico é reivindicado até mesmo na Constituição Federal, dentre outros dispositivos legais, da República brasileira ao expressar, no artigo 225 do capítulo VI, dedicado ao meio ambiente, que “todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado [...]” (BRASIL, 1988). Mas a noção de equilíbrio ecológico permeia, sobretudo, o vocabulário ambientalista, estando subjacente nos repúdios a quaisquer perturbações ou impactos antrópicos ao “equilíbrio da natureza” (KRICHER, 2009; OATES, 1992), podendo também fundamentar o que Diegues (2004) chama de mito moderno da natureza intocada. A preocupação com as problemáticas ambientais o tornou até, em certa medida, um termo popular ou “na moda”,

Os pressupostos da existência de ordem e harmonia que estão subjacentes à significações do conceito de equilíbrio ecológico levam a crer, não raro, que a Ciência da Ecologia teria o poder de desvendar todas as interconexões e explicar o funcionamento dos sistemas ecológicos, desde uma perspectiva macro, no nível da biosfera, até perspectivas micro, das comunidades e populações. Assim, segundo Oates (1992), há uma expectativa de que a Ciência da Ecologia seja capaz de resolver os problemas socioecológicos que afetam a humanidade, tais como os problemas da poluição e da superpopulação (OATES, 1992).

Apesar da ocorrência de múltiplos significados para termos-chave da ecologia ser frequentemente criticada por, supostamente, dificultar o avanço e as aplicações dessa ciência, não necessariamente deve ser encarada como um problema. Em que

pese o potencial de gerar ambiguidades e confusões semânticas, em uma ciência como a ecologia, a polissemia em torno desse conceito pode derivar simplesmente do uso em diferentes contextos, com diferentes objetivos. Neste caso, coloca-se o desafio de demarcar as diferenças entre os diferentes modelos e conceitos e de buscar ter clareza sobre os domínios de aplicação dos distintos modos de pensar os termos com múltiplos significados (PRADO; EL-HANI, 2013).

Se no âmbito da produção do conhecimento, é possível argumentar que a polissemia do conceito de equilíbrio pode ser produtiva, de outro modo, Kahn e Zeidler (2017) consideram que, na pesquisa em ensino de ciências e educação, a falta de demarcação das definições conceituais ameaça a validade dos construtos, dificulta o desenvolvimento teórico e impede que os pesquisadores se concentrem nas habilidades exatas que desejam estudar e promover por meio do ensino. Levando-se em consideração essa dificuldade, os referidos autores assinalam que as práticas epistêmicas dos estudantes, que emergem, à medida que refletem sobre problemas reais e se engajam com as práticas sociais da cultura científica, podem ser a chave para a capacidade de incorporar múltiplas perspectivas (KAHN; ZEIDLER, 2017) sobre conceitos, valores e práticas.

Diante do exposto, destacamos a necessidade de modelar a heterogeneidade conceitual do equilíbrio ecológico para contribuir na construção do conhecimento em ecologia, para que futuros e atuais professores de Ecologia e Ciências Ambientais e profissionais da área ambiental tenham consciência da polissemia deste importante conceito e possam tomar decisões de modo reflexivo e bem informado a partir de um ensino de ecologia multicultural que garanta o ensino dos conteúdos científicos sem desvalorizar outras epistemologias.

Nesse sentido, El-Hani e Mortimer (2007) propuseram que a “compreensão” seja o objetivo da educação científica, tendo em vista uma ética da convivência para lidar com as diferenças culturais, de acordo com a qual os processos sociais argumentativos devem ser marcados pelo diálogo e confronto de argumentos, na busca de possíveis soluções coletivas, e por um esforço para conviver com as diferenças, se uma solução negociada não for alcançada. Partindo dessa perspectiva, a teoria dos perfis conceituais defende o diálogo com as ideias culturalmente fundamentadas dos alunos para uma educação científica culturalmente sensível (EL-HANI; MORTIMER, 2007).

A pergunta de pesquisa que orientou este estudo é: quais os compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos estabilizam os diferentes modos de pensar e formas de falar sobre o conceito de equilíbrio ecológico no contexto da compreensão das dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos e quais zonas de um perfil derivam deles? O objetivo do presente trabalho é, portanto, propor um perfil conceitual para a heterogeneidade dos modos de pensar e formas de falar sobre o conceito de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão das dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Espera-se que o modelo proposto se constitua como uma ferramenta para analisar interações discursivas em salas de aula, auxiliar na tomada de decisão em questões socioambientais e amparar o planejamento de ensino de Ecologia e Ciências do Ambiente no contexto do ensino superior.

O trabalho está estruturado no formato monográfico, dividido doravante em quatro capítulos. O capítulo 2 busca apresentar a teoria dos perfis conceituais, as bases metodológicas para a construção de um modelo de perfil e, por fim, os procedimentos adotados no presente estudo. O capítulo 3 apresenta os resultados da pesquisa nos diferentes domínios genéticos.

Normalmente, as teses que apresentam modelos de perfis de conceitos apresentam os resultados dividindo as seções de acordo com as fontes. Assim, trabalhos como os de Sepulveda (2010) e Reis (2018) têm uma seção dedicada às fontes da história e filosofia da ciência, outra dedicada à literatura de concepções alternativas e outras dedicadas a dados empíricos. Optamos por apresentar os resultados, dividindo as seções de acordo com os domínios genéticos.

Então, apresentamos no capítulo 3 uma seção dedicada ao domínio sociocultural, em que as informações oriundas das literaturas de história e filosofia da ciência são discutidas e uma seção dedicada aos domínios ontogenético e microgenético, na qual discutimos informações derivadas da literatura de concepções alternativas e de nossas pesquisas empíricas. No capítulo 3 também temos uma terceira seção, onde sistematizamos os resultados em torno de uma matriz semântica a partir da explicitação dos compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos identificados, fornecendo exemplos de enunciados em que esses compromissos foram identificados no contexto de discussões sobre a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

No capítulo 4, apresentamos o modelo do perfil e caracterizamos cada uma das zonas, buscando no final do capítulo fazer uma breve discussão comparativa das zonas. Encerramos o texto com as considerações finais no capítulo 5 em que nos dedicamos a especular possibilidades de novas pesquisas que avaliamos a partir dos resultados e dos conteúdos discutidos na presente tese.

## 2 BASES TEÓRICO-METODOLÓGICAS DO PROGRAMA DE PERFIS E DESENHO METODOLÓGICO DA PESQUISA

A teoria dos perfis conceituais, já tendo sido denominada apenas de noção, abordagem e modelo, teve no ano de 2014 uma contribuição crucial, o lançamento do livro "*Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts*"<sup>7</sup> pela editora Springer, editado pelos professores Eduardo Fleury Mortimer e Charbel Niño El-Hani. Esse livro contribui para consolidar a teoria dos perfis conceituais como uma teoria de ensino e aprendizagem de conceitos científicos, aplicada também ao campo da epistemologia (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Trata-se de uma obra marcante na história da teoria e do programa de pesquisa também por outros fatores. O objetivo do livro foi apresentar para uma audiência acadêmica internacional a teoria dos perfis conceituais e suas implicações para o ensino de ciências. Também teve a intenção de promover a compreensão das bases teóricas, epistemológicas e metodológicas do programa de pesquisa que tem sido desenvolvido desde a construção dos primeiros perfis até a aplicação dos mesmos em investigações sobre ensino e aprendizagem (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Nesse livro é explicitada a construção do programa de pesquisa, que ocorreu com influência de pelo menos três tradições no campo da educação científica: 1) o "movimento das concepções alternativas", divergindo, no entanto, da teoria da mudança conceitual de aprendizagem de conceitos científicos, que historicamente fundamentou este movimento; 2) o movimento de alfabetização científica e suas conexões com a questão do multiculturalismo no ensino de ciências, posicionando-se sobre essa questão a partir do pragmatismo lógico; e 3) a virada discursiva na educação científica, que enfatiza o papel da linguagem no ensino e aprendizagem de ciências (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Além disso, os autores ressaltam que o programa de pesquisa atribui centralidade à aprendizagem conceitual como objetivo do ensino de ciências, ao passo que não deixa de reconhecer a importância da cultura, da linguagem e do contexto nesse processo, considerando que não há oposição entre esses elementos e a aprendizagem conceitual. Fundamenta-se, principalmente, neste caso, na

---

<sup>7</sup> "Perfis Conceituais: uma teoria de ensino e aprendizagem de conceitos científicos" (MORTIMER; EL-HANI, 2014, tradução nossa).



abordagem sociocultural de Vygotsky e na teoria da linguagem dos círculos de Bakhtin (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Buscamos com este capítulo apresentar as principais fundamentações teórico-metodológicas da teoria dos perfis conceituais, as quais estão relacionadas com as influências citadas acima. Tendo em vista que o termo perfil conceitual se refere tanto à teoria quanto aos modelos da heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar fundamentadas nessa teoria, destacamos que a seção a seguir trata dos fundamentos teóricos e epistemológicos da teoria dos perfis conceituais. Na seção posterior, também serão mobilizados alguns fundamentos teóricos, mas somente aqueles diretamente relacionados à metodologia de construção dos modelos de perfis conceituais.

## 2.1 A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS

A primeira aproximação do que hoje é a teoria dos perfis conceituais foi proposta por Mortimer (1994; 1995; 2000) como uma alternativa à teoria da mudança conceitual e aos modelos de ensino que dela derivaram apresentadas naquele tempo como uma tendência dominante no campo de pesquisa em ensino e aprendizagem de ciências. Baseados principalmente no referencial de Posner e colaboradores (1982), a teoria e os modelos de mudanças conceituais pressupõem que os estudantes devem ser levados a romper com o conhecimento cotidiano, com seus conceitos prévios à educação científica e até mesmo com princípios relacionados às suas visões de mundo, os quais são tratados apenas como obstáculos para a aprendizagem de ciências (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

A proposta de um perfil conceitual surgiu naquela época (MORTIMER, 1994, 1995, 2000), apoiando-se no argumento proposto pela noção do perfil epistemológico de Bachelard (1978), em especial pelo argumento do mesmo de que uma única doutrina filosófica é insuficiente para descrever todas as diferentes formas de pensar que surgem quando tentamos expor e explicar um conceito. A ideia de um perfil conceitual está alinhada com as críticas ao modelo de mudança conceitual encontradas em outras tendências, como o construtivismo contextual do Cobern (1996).

Diferentemente da teoria da mudança conceitual, a teoria dos perfis conceituais, enquanto teoria do campo de pesquisa em educação científica, traz como principal pressuposto a não necessidade de rompimento dos estudantes com suas concepções prévias para a aprendizagem científica (EL-HANI; BIZZO, 2002). El-Hani e Bizzo (2002, p. 19) relacionam a teoria dos perfis conceituais com o construtivismo contextual de Cobern (1996) a partir dos pressupostos de ensino e aprendizagem da teoria dos perfis conceituais:

No modelo de mudança de perfis conceituais<sup>8</sup>, a evolução conceitual não é entendida como uma substituição das concepções prévias do aprendiz por idéias científicas, mas como um enriquecimento do espectro de idéias de que ele dispõe para a compreensão de um dado assunto. Na evolução de um perfil conceitual, o domínio de aplicabilidade de cada concepção pode ser delimitado. Nesses termos, pode-se dizer que o Ensino de Ciências deve, sobretudo, mostrar aos alunos como um conjunto de problemas é resolvido da perspectiva científica, ampliando o espectro de possibilidades disponíveis para eles. Agora, a questão de se o aluno acreditará ou não nas concepções científicas, em vez de somente compreendê-las, pode ser apropriadamente entendida como um problema de foro íntimo do aluno, a ser examinado por ele no contexto de sua visão de mundo, à luz das idéias que têm força e alcance para ele. O objetivo do professor de Ciências pode, nesses termos, ser repensado como sendo o de propiciar ao aprendiz condições de desenvolver uma visão de mundo compatível com a ciência, mas não necessariamente uma visão de mundo científica [...]. Nesse caso, um resultado possível é o de que a ciência venha a tornar-se parte de seu pensamento cotidiano, sem que outros modos de pensar sejam necessariamente eliminados. [...]. Estes aspectos do modelo de Mortimer sugerem a possibilidade de relacioná-lo com proveito com o construtivismo contextual de Cobern (1996).

A teoria dos perfis conceituais também se diferencia do perfil epistemológico de Bachelard porque introduz algumas características que não estavam presentes na visão filosófica apresentada por Bachelard (1978). Ressalta-se, sobretudo, que o perfil conceitual não é apenas epistemológico, uma vez que também é derivado, desde os primeiros modelos propostos, a partir da identificação de compromissos ontológicos. Seguindo a influência de Chi (1992), a teoria dos perfis conceituais inclui a consideração de categorias ontológicas como sendo fundamental para a compreensão do desenvolvimento do pensamento conceitual, da aprendizagem das ciências, bem como do próprio desenvolvimento científico (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

---

<sup>8</sup> Por “modelo de mudança de perfis conceituais” (EL-HANI; BIZZO, 2002), pode-se entender o que se convencionou chamar mais tarde de teoria de perfis conceituais, que tem como um dos aspectos centrais o pressuposto de que a aprendizagem e o ensino devem se dar, buscando a mudança de perfis conceituais, em vez da mudança conceitual (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Segundo Dalri (2010), uma terceira dimensão para o perfil conceitual foi proposta em 2007 por Rodrigues e Mattos (RODRIGUES; MATTOS, 2007<sup>9</sup> apud DALRI, 2010), que correspondem aos compromissos axiológicos. Esses compromissos dizem respeito aos valores e finalidades que os seres humanos atribuem aos objetos e fenômenos, incluindo, portanto, características que transitam entre atribuições valorativas, afetivas e estéticas das relações entre os sujeitos e o mundo vivido.

Segundo Mattos (2014), essas características só podem ser analisadas e consideradas no contexto das atividades humanas, uma vez que são determinadas por elas ao passo que as modula, porque modula as escolhas que os humanos fazem, determinando, por meio das emoções, as motivações e intenções pelas quais um conceito é utilizado por um indivíduo. Assim, essa dimensão agregou à teoria dos perfis conceituais uma dimensão afetivo-valorativa, permitindo que as investigações com base na teoria dos perfis deixassem de ser puramente cognitivas e discursivas (DALRI, 2010; MATTOS, 2014).

Outra característica distintiva da teoria dos perfis conceituais a ser ressaltada é o reconhecimento da importância da tomada de consciência dos estudantes dos seus próprios perfis conceituais (MORTIMER, 2000). Trata-se de um processo metacognitivo tido como fundamental para que os indivíduos possam reconhecer a demarcação entre os diferentes modos de pensar e formas de falar, bem como dos respectivos valores pragmáticos nos diferentes contextos, auxiliando, assim, a tomada de decisão sobre qual modo de pensar e forma de falar são mais apropriados para cada momento.

Atualmente, concebe-se que o pressuposto básico da formulação de um perfil conceitual é o da heterogeneidade do pensamento verbal, que considera que "em qualquer cultura e em qualquer indivíduo existe não uma forma homogênea de pensar, mas diferentes tipos de pensamento verbal" (TULVISTE, 1991 apud MORTIMER; EL-HANI, 2014). A teoria expressa, portanto, um reconhecimento de que as palavras são normalmente polissêmicas, tanto na ciência quanto na linguagem cotidiana, bem como no pensamento verbal.

Os diferentes tipos de pensamento verbal para um mesmo conceito polissêmico são modelados como zonas em um perfil conceitual, sendo cada zona

---

<sup>9</sup> RODRIGUES, André. M.; MATTOS, Cristiano. R. A Noção de Contexto no Ensino de Ciências. In: XXII **Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales** (CD-ROM), Zaragoza, 2006.

única e diferente das outras zonas. São como lentes que modulam como a realidade é vista por cada indivíduo ao longo da vida. Efetivamente, cada zona conceitual corresponde a diferentes instrumentos de mediação (*mediational means*), a diferentes teorias e linguagens que representam o mundo de sua própria maneira, um mundo que, em si, dificilmente pode ser compreendido inteiramente a partir de uma única perspectiva, mas interpretado a partir de diferentes pontos de vista, até mesmo complementares (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

De forma semelhante, Bakhtin afirma que a língua nacional não é única, mas composta de várias linguagens sociais diferentes, que:

[...] seja qual for o princípio subjacente que as faz únicas, são pontos de vista específicos sobre o mundo, formas de conceituar o mundo em palavras, visões específicas de mundo, cada uma caracterizada por seus próprios objetos, significados e valores. Como tal todas elas podem ser justapostas umas às outras, mutuamente complementares uma à outra e coexistir na consciência das pessoas reais [...]. (BAKHTIN, 1981, p. 291-292, tradução nossa)<sup>10</sup>.

A teoria dos perfis conceituais assume a compatibilidade e complementariedade entre a teoria de Vygotsky e a teoria da linguagem do círculo de Bakhtin, como mostrado por Wertsch (1993), e, com isto, conecta modos de pensar a formas de falar, relacionando a heterogeneidade do pensamento verbal (TULVISTE, 1991) ao que Bakhtin chama de heteroglossia da linguagem. Assim, as noções bakhtinianas de gêneros do discurso e linguagens sociais ajudam a encontrar maneiras de relacionar diferentes zonas de um perfil conceitual a diferentes formas de falar no programa de pesquisa dos perfis conceituais (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Os gêneros do discurso e as linguagens sociais são duas formas de estratificação da linguagem que são relacionadas à sua heterogeneidade. Uma linguagem social é um discurso peculiar a um grupo social específico da sociedade em um dado momento da história (por exemplo, categoria profissional, geração etária, comunidades). Todas as linguagens sociais são formas de conceituar o mundo em palavras a partir de pontos de vista específicos do mundo, cada um

---

<sup>10</sup> “[...] whatever the principle underlying them and making each unique, are specific points of view on the world, forms for conceptualizing the world in words, specific world views, each characterized by its own objects, meanings and values. As such they all may be juxtaposed to one another, mutually supplement one another, contradict one another and be interrelated dialogically. As such they encounter one another and co-exist in the consciousness of real people [...]” (BAKHTIN, 1981, p. 291-292).

caracterizado por seus próprios objetos, significados e valores, de modo que cada falante sempre produz um enunciado usando uma linguagem social específica que molda o que ela pode dizer (BAKHTIN, 1981; MORTIMER et al., 2014a). O que configura a heteroglossia é a coexistência de diferentes linguagens sociais na consciência dos indivíduos, tendo em vista que um indivíduo não participa apenas de um grupo social em um determinado momento de sua vida (BAKHTIN, 1981).

Por sua vez, um gênero de discurso não é uma forma de linguagem, mas uma forma típica de enunciação; como tal, os gêneros do discurso também incluem certos tipos de expressões recorrentes. Os gêneros do discurso correspondem a situações típicas de comunicação de fala, temas típicos e, conseqüentemente, também a contatos particulares entre os significados das palavras e a realidade concreta real sob certas circunstâncias típicas (BAKHTIN, 1981; MORTIMER et al., 2014a).

Enquanto uma linguagem social está relacionada a um ponto de vista específico, determinada por uma posição social ou profissional, o gênero do discurso está relacionado ao lugar social e institucional onde o discurso é produzido, no ato da produção do discurso (MORTIMER et al., 2014a). Então, os gêneros do discurso são identificados no contexto de uma interação discursiva com sujeitos reais em relações desiguais, dada a própria natureza das relações sociais, marcadas por diferentes formas de falar e por relações de poder entre elas.

A abordagem sociocultural sobre o pensamento e a linguagem torna possível supor que os conceitos e as categorias disponíveis em todas as esferas do mundo são mantidos de forma semelhante por um número de indivíduos dentro da mesma cultura, de uma forma que permite uma comunicação efetiva (MORTIMER; EL-HANI, 2014). Assim, as zonas dos perfis conceituais e os significados correspondentes são socialmente construídos e compartilhados, com validade dependente do contexto. Entretanto, mesmo as zonas sendo compartilhadas socialmente, cada indivíduo tem seu próprio perfil conceitual para cada conceito porque cada indivíduo tem trajetória e experiências de vida singulares. O que varia entre os indivíduos são o peso de cada zona do perfil nos diferentes momentos da vida de cada um e o número de zonas que cada um mobiliza ao longo da vida.

A distinção de Vygotsky (1934) entre sentido e significado é importante para apresentar a base epistemológica da teoria dos perfis conceituais, porque fundamenta como a estabilidade surge no pensamento conceitual. Vygotsky (1934)

considerava o sentido de uma palavra como o agregado de todos os fatos psicológicos que resulta em nossa consciência do acolhimento da palavra. O sentido foi tratado por ele como uma formação dinâmica, fluida e complexa, com zonas variando em sua estabilidade. Enquanto o sentido é, para Vygotsky (1934), dependente do contexto, o significado é muito mais estável e repetível. O significado oferece, assim, a possibilidade de intersubjetividade, ou seja, uma situação em que duas ou mais pessoas podem compartilhar o significado de uma palavra, mesmo que eles variem em sentidos que atribuem a ele (VYGOTSKY, 1934; MORTIMER et al., 2014b).

Nesse contexto, as seguintes teorias são integradas em uma síntese tornada coerente por vários pressupostos compartilhados, característicos de abordagens socioculturais: a própria teoria dos perfis conceituais como ferramenta para analisar modos de pensar e formas de falar; a teoria do círculo de Bakhtin, como base para a análise da linguagem, mais precisamente das formas de falar; a teoria de Vygotsky do desenvolvimento das funções mentais superiores, como base para a investigação da aprendizagem; e a estrutura de Mortimer e Scott (2002; 2003) para a pesquisa de abordagens comunicativas em sala de aula (MORTIMER et al., 2014).

Apresentamos até aqui as bases teóricas e epistemológicas do programa de pesquisa em perfis, bem como alguns de seus desenvolvimentos. Diante disso, uma questão importante que emerge, considerando a problemática de nossa pesquisa é: qual pode ser a utilidade da teoria dos perfis conceituais para a educação científica?

Antes de buscar responder, é preciso considerar que o plano social das salas de aula é complexo. Usualmente, os professores têm o desafio de interagir com cerca de trinta a quarenta estudantes, cada um com origens e experiências de vida singulares. Em qualquer sala de aula existe uma inevitável heterogeneidade nos modos de pensar e formas de falar de modo que toda sala de aula é multicultural. Não obstante, entre outros objetivos curriculares, um objetivo-chave da educação científica é justamente promover para os estudantes a aprendizagem dos conceitos científicos (EL-HANI; MORTIMER, 2007) ou, como se referem Mortimer e Scott (2002; 2003), o ponto de vista da “estória científica”<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Considerando que a ciência ensinada na escola oferece um relato, um tipo de história, com uma rede de conceitos inter-relacionados, sobre fenômenos naturais expressos em termos das ideias e convenções da linguagem social da ciência escolar, Mortimer (2003) afirma que o ponto de vista científico disponibilizado no espaço social da sala de aula pode ser referido como uma “estória científica”.

As teorias do desenvolvimento do pensamento conceitual diametralmente opostas à teoria dos perfis conceituais, tendem a assumir o ensino como um processo que deve guiar a aprendizagem da ciência formal, racional, não-contraditória e única com poder de conceituar, a qual pode, supostamente, subsumir todas as outras formas de conhecimento, consideradas como "inferiores". A teoria do perfil defende, por sua vez, a multiplicidade de significados e diálogo como princípios básicos, considerando uma regra, não uma exceção no mundo ocidental, o fato de que os estudantes de ciências têm condições cotidianas plurais, isto é, uma mesma pessoa pertence normalmente a comunidades diferentes e lida com diferentes pontos de vista (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Neste contexto, é preciso salientar duas constatações, conforme Mortimer e El-Hani (2014): 1) atualmente é quase consensual a ideia de que os conceitos têm uma heterogeneidade de significados atrelada à diversidade de contextos de produção e utilização; 2) não há uma teoria alternativa sobre desenvolvimento do pensamento conceitual aplicada ao ensino de conceitos científicos que consiga lidar com uma heterogeneidade desta natureza.

Considerando esse quadro teórico, a construção dos perfis e nossas pesquisas correlatas são feitas com o objetivo de contribuir para o ensino e aprendizagem de ciências em salas de aula multiculturais. Na teoria dos perfis conceituais, a aprendizagem conceitual é concebida como consistindo de dois processos interligados: a construção de novos modos de pensar e formas de falar – ou seja, ensinar novas zonas de um perfil conceitual – e o diálogo entre as zonas novas e antigas, com um enfoque especial na necessidade de que os alunos se tornem conscientes da própria diversidade de modos de pensar e de demarcação entre o seu valor pragmático em contextos distintos em um processo metacognitivo conforme mencionado anteriormente (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Em suma, a teoria dos perfis conceituais possui os seguintes pressupostos sobre aprendizagem conceitual: 1) conceitos científicos são socialmente construídos; 2) existe polissemia para diversos conceitos científicos tanto no âmbito da ciência quanto no âmbito da linguagem cotidiana; 3) os indivíduos de uma maneira geral exibem heterogeneidade de modos de pensar um mesmo conceito, a depender de contextos específicos; 4) os modos de pensar são estruturados por compromissos ontológicos, epistemológicos, axiológicos e associados a modos de falar empregados na enunciação das diferentes perspectivas de significar o conceito;

e 5) o uso de determinados modos de pensar em determinadas situações específicas é possível pela existência de valor pragmático dos mesmos, sendo que a ciência não possui valor pragmático universal e outras formas de conhecimento também apresentam valor pragmático.

## 2.2 METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE PERFIS CONCEITUAIS

Conforme explicitado nas seções anteriores, o programa de pesquisa sobre perfis conceituais tem duas linhas principais. Uma procura construir modelos de perfis de determinados conceitos através da determinação das zonas do perfil. A outra se utiliza dos perfis construídos e suas respectivas zonas para investigar como os modos de pensar e formas de falar relacionados a essas zonas são distribuídos e evoluem em uma determinada população e/ou em um determinado contexto (MORTIMER et al., 2014b), a exemplo das investigações sobre aprendizagem conceitual e sobre a relação entre processos de significação e interações discursivas em salas de aula.

A despeito da existência de uma ampla variedade de objetivos de pesquisa e de procedimentos metodológicos adotados, há que se destacar a consolidação, embora não restritiva, de um conjunto de princípios metodológicos seguidos para identificação das zonas que compõem os perfis dos conceitos e para a construção de modelos de perfis. O princípio central consiste em investigar três domínios genéticos do desenvolvimento do pensamento conceitual, o que leva à análise tanto de uma variedade de significados atribuídos a um mesmo conceito, quanto aos contextos em que cada um desses significados é produzido (AMARAL; MORTIMER, 2006; MORTIMER et al., 2014b; SEPULVEDA, 2010; 2013). O objetivo é apresentar um conceito particular, como parte de um processo de construção humana que varia ao longo da história do conhecimento (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Com esse arcabouço, a polissemia conceitual é modelada, no contexto do programa de pesquisa em perfis conceituais, através da identificação de compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos estruturantes dos diversos modos de pensar os conceitos científicos, usados por indivíduos para significar suas experiências no mundo. A partir disso, propomos as zonas de um perfil conceitual,



as quais correspondem aos modos de pensar, caracterizados por conjuntos de compromissos. A esses modos de pensar, correspondem formas específicas de falar. Os perfis dos conceitos pesquisados devem ser concebidos, portanto, como modelos da heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar sobre determinados conceitos socialmente construídos e compartilhados (MORTIMER et al., 2014a). É sobre a modelagem da polissemia conceitual que iremos nos debruçar a seguir.

A construção de perfis conceituais é uma forma dinâmica de lidar com os conceitos. A investigação da polissemia conceitual em três domínios genéticos leva à pesquisa em diferentes fontes e permite analisar o conceito em uma diversidade de contextos e ideias que devem ser levados em conta para determinar as zonas de um modelo de perfil conceitual. A utilização desta abordagem para determinar as diferentes zonas constituintes de um modelo de perfil conceitual possui inspirações e se fundamenta nos trabalhos de Vygotsky para estudar a gênese das funções mentais – dentre as quais, o pensamento conceitual – em diferentes domínios (MORTIMER; EL-HANI, 2014; MORTIMER et al., 2014b). Segundo Wertsch (1985, p. 14-15, tradução nossa):

Os três temas que formam o núcleo da estrutura teórica de Vygotsky são: 1) A dependência de um método genético ou de desenvolvimento; 2) a afirmação de que os processos mentais superiores no indivíduo têm origem em processos sociais; e 3) a afirmação de que os processos mentais podem ser compreendidos apenas se compreendermos as ferramentas e os signos que os medeiam<sup>12</sup>.

Nossa metodologia é inspirada diretamente no primeiro tema da estrutura teórica de Vygotsky, mais precisamente na proposição de um método genético ou desenvolvimental para a análise dos processos mentais humanos com o objetivo de determinar as zonas de um perfil conceitual. Vygotsky enfatizou a análise sobre processos de desenvolvimento das funções mentais superiores em todas as suas

---

<sup>12</sup> “The three themes that form the core of Vygotsky's theoretical framework are (1) a reliance on a genetic or developmental method are (2) the claim that higher mental processes in the individual have their origin in social processes; and (3) the claim that mental processes can be understood only if we understand the tools and signs that mediate them” (WERTSCH, 1985, p. 14-15).

fases e em diferentes domínios genéticos, quais sejam: filogênese<sup>13</sup>, história sociocultural, ontogênese e microgênese (WERTSCH, 1993).

A caracterização das zonas de um perfil, bem como a construção dos modelos de perfil, pode ser baseada, conseqüentemente, em diversas fontes de informação: estudos históricos e filosóficos, literatura sobre concepções alternativas, análises de livros didáticos e tratamento de dados primários sobre a visão dos alunos, colhidos tanto por questionários quanto por entrevistas e em interações discursivas em salas de aula. Ao utilizar essas fontes, podemos investigar três domínios genéticos – microgenético, ontogenético e sociocultural (MORTIMER; EL-HANI, 2014; MORTIMER et al., 2014a; b).

É importante salientar que, de acordo com o próprio Vygotsky, nenhum dos domínios dá conta de explicar isoladamente o desenvolvimento das funções mentais superiores. Portanto, o estudo desses diferentes domínios serve para abarcar com amplitude as dinâmicas do desenvolvimento conceitual e não deve implicar em paralelismo entre as diferentes linhas de desenvolvimento, muito menos as dinâmicas de um domínio genético devem ser compreendidas como unilateralmente determinantes para as de outros (MORTIMER; EL-HANI, 2014; MORTIMER et al., 2014a; b). A seguir vamos explicar um pouco a que se refere cada domínio e como, ou a partir de que fontes, podem ser acessados.

O domínio sociocultural diz respeito à gênese de um conceito no decorrer da história. Assim, o estudo da sociogênese implica em analisar como a compreensão sobre o conceito evoluiu através da história humana. O estudo do domínio sociogenético é, sobretudo, em fontes históricas. Através do estudo nessas fontes busca-se compreender as possíveis trajetórias na construção da compreensão sobre o conceito. Deste modo, as mudanças ocorridas ao longo da história do desenvolvimento do conceito e as dificuldades que foram enfrentadas na gênese histórica do mesmo são objetos de interesse destacado (MORTIMER et al., 2014a; b).

O estudo da sociogênese é completado por meio de fontes da filosofia e epistemologia da ciência, o que auxilia a relacionar o domínio sociocultural a outros

---

<sup>13</sup> A filogênese se refere ao desenvolvimento das bases biológicas da cognição humana, traduzido em termos de evolução biológica do que Vygotsky chamou de funções mentais superiores. A filogênese explica a emergência do pensamento conceitual e da linguagem como ferramentas mediacionais da espécie humana com o mundo, propiciando o desenvolvimento da história em termos socioculturais, o que foge do escopo de nosso trabalho (WERTSCH, 1993).

domínios e a fornecer uma visão mais ampla do desenvolvimento do conceito investigado. Além disso, as fontes da filosofia e epistemologia da ciência auxiliam a refletir sobre os diversos compromissos epistemológicos e ontológicos envolvidos nos significados de um conceito (MORTIMER et al., 2014a; b).

A ontogênese do conceito ou o domínio ontogenético se refere ao desenvolvimento do conceito na história dos indivíduos. Para o estudo da ontogênese, são buscadas fontes que informem sobre concepções alternativas ao conceito, como os conceitos são aprendidos e como evoluem no contexto do ensino. Logo, a literatura de concepções alternativas de estudantes da área de ensino de ciências é uma fonte importante para investigar o domínio ontogenético (MORTIMER et al., 2014a; b).

Também foram consideradas literaturas que tratam de conhecimentos ecológicos tradicionais e de representações sobre o conceito em outros espaços sociais, além da sala de aula. Os materiais selecionados nessas duas últimas fontes foram analisadas como parte do material tido como próprio da “literatura de concepção alternativa”. Outras fontes são questionários e entrevistas, bem como dados de interações discursivas em sala de aula (MORTIMER et al., 2014a; b).

Por fim, temos a investigação do domínio microgenético, a qual envolve um detalhado estudo de um determinado processo em torno do uso do conceito abordado, no sentido de identificar transformações na significação do conceito no contexto do processo estudado. Os processos em questão são geralmente situações de interação social e de expressão de ideias. De acordo com Wertsch (1985), a análise da microgênese de interações discursivas deve abordar pequenos intervalos de interação social, acompanhando-se detalhadamente a formação do processo analisado, buscando descrever de forma pormenorizada as ações dos sujeitos e as relações interpessoais em curso (MORTIMER et al., 2014a; b).

O objetivo de analisar o uso dos conceitos desta forma é identificar as transições genéticas que ocorrem no modo de pensar dos indivíduos, permitindo evidenciar transformações na significação do conceito e supor a passagem do plano interpsicológico para o plano intrapsicológico, através da captura e descrição do instante em que ocorre a compreensão e primeira aplicação de um significado que estava disponível no espaço social da sala de aula por um indivíduo. A microgênese ocorre, portanto, em circunstâncias específicas e pode ser estudada analisando-se interações discursivas em salas de aula, assim como através de entrevistas e

questionários (MORTIMER et al., 2014a; b), mas também pode ser identificada na literatura sobre educação científica e concepções alternativas, quando descrevem e apresentam transcrição de trechos de entrevistas e interações em sala de aula (SEPULVEDA, 2010).

A microgênese potencialmente ocorre em processo de ensino e aprendizagem de ciências. A aprendizagem, de acordo com a teoria de perfil conceitual, é concebida em termos de dois processos: 1) a evolução de um perfil conceitual, através da construção de novas zonas; e 2) a tomada de consciência pelos estudantes de seu próprio perfil e dos contextos em que cada zona é aplicável (MORTIMER, 2000).

Normalmente se considera que um dos papéis fundamentais do professor para que o primeiro processo acima mencionado ocorra é a identificação de compromissos que podem se constituir ou compor obstáculos ontológicos, epistemológicos e axiológicos<sup>14</sup> à compreensão de um conceito científico a ser ensinado, bem como tornar explícita a existência de tais obstáculos e discutir com os estudantes as dificuldades encontradas para sua superação. Por outro lado, estes mesmos compromissos podem encerrar aspectos heurísticos que servem de sementes conceituais, i.e., instrumentos de pensamento para os alunos se aproximarem gradualmente dos modos de pensar e formas de falar da ciência (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014). Desse modo, o professor estará contribuindo nesse processo. Assim, ao longo da exposição dos dados, será possível perceber algumas dessas dificuldades e possíveis obstáculos ontológicos, epistemológicos e axiológicos encontrados.

A partir do momento que realizamos a investigação considerando os diferentes domínios genéticos e, portanto, debruçando-nos sobre diversas fontes de dados, favorecemos a possibilidade da emergência de uma ampla variedade de contextos de produção de significados e de sentidos atribuídos ao conceito. Desse modo, é possível construir modelos de perfis conceituais mais robustos e férteis no

---

<sup>14</sup> Segundo Reis (2018), obstáculos ontológicos e epistemológicos correspondem, respectivamente, a: (1) ideias sobre o caráter de entidades, eventos e processos naturais que contradizem as características dos conceitos, das teorias e dos modelos científicos, de modo a torná-los contraintuitivos; (2) concepções sobre o modo como tais entidades, eventos e processos podem ser conhecidos que não estão de acordo com os pressupostos epistemológicos e as práticas de construção do conhecimento próprias da ciência. Proponho aqui definir obstáculo axiológico como: valores (ex.: éticos, morais, estéticos, afetivos e políticos) e finalidades atribuídas às entidades, eventos e processos que diferem dos valores e finalidades atribuídos pelas práticas, teorias e modelos científicos.

que diz respeito à amplitude da heterogeneidade dos modos de pensar e falar disponíveis na sociedade para o uso em diferentes contextos ou domínios de experiências em que o conceito pode ser aplicado (MORTIMER et al., 2014a).

Cabe destacar que nossa pesquisa utiliza como fonte de dados pesquisas sobre concepções alternativas, mas não se trata de uma pesquisa com os mesmos pressupostos no campo da pesquisa em educação científica. Os estudos cujo objetivo era investigar o ensino e aprendizagem sobre conceitos em ecologia foram realizados, em sua maioria, seguindo uma tendência de pesquisa em ensino de ciências, presente nas décadas de 1980 e 1990, o chamado movimento das “concepções alternativas”, que tinha como propósito investigar as ideias que os estudantes apresentavam sobre os fenômenos naturais e suas possíveis explicações (EL-HANI; BIZZO, 2002).

A partir da década de 90, o foco das pesquisas sobre ensino e aprendizagem de ecologia e ciências ambientais se volta para o desenvolvimento e a avaliação de novas estratégias de ensino fundamentadas no modelo de mudança conceitual, proposto por Posner e colaboradores (1982). Esse modelo tem o pressuposto básico de que, ao aprender ciências, os alunos devem ser levados a romper com o conhecimento cotidiano, com conceitos anteriores e princípios relacionados às suas visões de mundo, pois, segundo essa proposta, esses poderiam ser obstáculos para a aprendizagem de ciências, temática anteriormente abordada.

O fracasso deste modelo de mudança conceitual como substituição conceitual trouxe consigo novas tentativas de se explicar a aprendizagem de conceitos. A noção de substituição conceitual se estabeleceu quando se privilegiava como verdade soberana a conceituação científica. Estas investigações sobre concepções alternativas e as estratégias de ensino baseadas na mudança conceitual passaram a sofrer, desde a década de 1990, inúmeras críticas, fundamentadas em argumentos de natureza filosófica e pedagógica, ver por exemplo: Cobern (1996); Mortimer (2000); e El-Hani e Bizzo (1999; 2002).

Nesse contexto, tendo em vista essa crítica, a pesquisa desenvolvida por Mortimer (1994; 1995; 2000) com o objetivo central de detectar e descrever a evolução das explicações atomísticas para os estados físicos da matéria, entre estudantes da oitava série do primeiro grau e sob suspeita inicial da convivência de diferentes compreensões, mostrou que essas concepções iniciais no processo de ensino não eram substituídas pelos novos conceitos, o que abriu a perspectiva para

a ideia de perfil conceitual, mais precisamente para o modelo de mudança de perfis conceituais. Segundo esse modelo, o estudante não abandona necessariamente suas concepções prévias, substituindo-as pela concepção científica, mas existe uma coexistência de concepções em um mesmo indivíduo, as quais estão distribuídas em diferentes zonas do perfil conceitual (MORTIMER, 1995; 2000).

Vale ressaltar que os itens básicos de um modelo de perfil conceitual são modos de pensar, formas de falar, zonas e temas e compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. O modelo é construído na forma de zonas que descrevem a gênese do pensamento conceitual, cada zona é identificada e caracterizada em termos de modos de pensar o conceito, dos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que os estabilizam e, mais recentemente no programa, em termos de modos de falar. Modos de pensar são considerados aqui como maneiras estáveis de atribuir um significado socialmente construído a um determinado conceito ou domínio da experiência. Nos modelos de perfis conceituais, cada zona representa um modo particular de pensar sobre o conceito modelado, relacionado a um modo particular de falar sobre este mesmo conceito (MORTIMER et al., 2014b).

As formas de falar são expressões que podem ser consideradas características de uma zona em um perfil conceitual. Assim, identificar formas de falar auxilia na investigação, sendo útil na análise de questionários e entrevistas, podendo ser utilizado na determinação das zonas que formam um perfil conceitual, bem como para avaliar a distribuição e evolução das zonas de um perfil previamente construído em uma determinada população. Por fim, cabe ressaltar que também serve para fornecer exemplos dessas zonas através de enunciados que podem ser considerados típicos (MORTIMER et al, 2014a).

Uma questão metodológica a ser ressaltada relaciona-se ao fato de que, embora as formas de falar possam ser acessadas social e individualmente, só podemos acessar os modos de pensar socialmente, uma vez que não podemos conhecer o conteúdo da mente de uma pessoa, a menos que ela nos diga o que ela está pensando e, nesses termos, estamos lidando com a fala, não com o pensamento individual de forma direta (MORTIMER et al., 2014b).

Toda comunicação é social. Todavia, o pensamento e a fala são tratados aqui como dialeticamente, inerentemente inter-relacionados e, assim, podemos supor que modos de pensar e formas de falar são tão interdependentes no indivíduo quanto em linguagens sociais. A interdependência dos modos de pensar e formas de falar

decorre da ideia de Vygotsky de que os planos de funcionamento interno e externo estão dialeticamente relacionados um com o outro (MORTIMER et al., 2014b).

No programa de pesquisa em perfis conceituais, cada zona em um perfil conceitual é identificada por conjuntos estáveis de compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos subjacentes e estruturantes para a criação de significados sobre um conceito. Vale ressaltar que o papel atribuído aos compromissos demarca que nossa abordagem não se detém ao pensamento conceitual dos indivíduos, mas atenta-se, sobretudo, com a forma como ele é modulado por um conjunto de compromissos socialmente construídos, que por sua vez fundamentam a atribuição de significados específicos a um conceito (MORTIMER et al., 2014b).

Os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos não são encontrados de maneira explícita nos enunciados ou declarações investigados em pesquisas sobre perfis conceituais (MORTIMER et al., 2014b). A identificação dos compromissos demanda um esforço de interpretação em torno de um repertório de temas que organizam os compromissos de acordo com a relação do conceito com o objeto do conhecimento a que o conceito está relacionado<sup>15</sup>. Vale também considerar que a coleta ou produção e interpretação dos dados são concebidas por nós como parte de um processo dialógico estruturado pelas intenções e procedimentos do pesquisador. Portanto, é a interpretação ativa do pesquisador, pautada por hipóteses proporcionadas pelo diálogo entre suas fontes, que lhe permite elaborar esses compromissos e individualizar zonas de um perfil (MORTIMER et al., 2014b).

Os compromissos são caracterizados como estruturantes e responsáveis por estabilizarem os modos de pensar e falar por funcionarem como pressupostos na gênese dos conceitos e dirigirem a significação e utilização dos mesmos. Os compromissos epistemológicos dizem respeito ao modo como entidades, eventos e processos naturais podem ser conhecidos e o que torna possível e justificado tal conhecimento, correspondendo ao “como” determinado objeto é conhecido. Os compromissos ontológicos se referem ao próprio caráter ou natureza do objeto de

---

<sup>15</sup> Entendemos os temas como problemas subjacentes aos contextos de aplicação do conceito, que os diferentes modos de pensar e formas de falar respondem. Os temas são entendidos também como geradores da polissemia. Ou seja, conforme Sepulveda (2010), é em torno dos temas que a polissemia dos conceitos é produzida. Justifica-se, portanto, que Reis (2018) tenha adjetivado os temas de semânticos, chamando-os de “temas semânticos”.

conhecimento, isto é, por exemplo, se se trata de entidade, evento ou processo natural, respondendo ao “o que é” o objeto (SEPULVEDA, 2017).

Por sua vez, os compromissos axiológicos dizem respeito a valores e finalidades atribuídas às entidades, eventos e processos naturais, e o caráter afetivo-emocional e de julgamento moral da relação do sujeito com o mundo tal como ele o representa. Segundo Mattos (2014), os compromissos axiológicos podem ser reveladores das motivações e intencionalidades do uso que um determinado conceito pode ou não ter.

## 2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Mortimer e colaboradores (2014a) destacam duas diferentes estratégias para o tratamento dos dados primários com o objetivo de construir perfis conceituais. Uma estratégia é analisar os dados primários primeiro de modo eminentemente indutivo, identificando, com esta análise, os temas e compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos com pouco contato com a literatura de história, filosofia e concepções alternativas do conceito investigado. Assim, evita-se analisar os dados através do viés da literatura. Todavia, esta estratégia pode implicar em uma análise mais pobre dos dados empíricos, prejudicando, ainda, o diálogo com as fontes da história, filosofia e concepções alternativas do conceito (MORTIMER et al., 2014a).

Outra estratégia usada para construir perfis conceituais inicia de modo diametralmente oposta à estratégia anteriormente citada, com as fontes da história, filosofia e de concepções alternativas do conceito investigado. Desta forma, é possível sugerir até mesmo as zonas de um pretense perfil e, a partir desta, formular de maneira mais objetiva as perguntas que devem ser respondidas na pesquisa empírica para o diálogo com os dados e sugestões da pesquisa na literatura. Ademais, a literatura de concepções alternativas também dá acesso a ideias frequentemente utilizadas por alunos em diferentes contextos, o que pode fornecer informações importantes para o planejamento da pesquisa empírica. O risco acarretado por esta estratégia é o de enviesar excessivamente a análise dos dados empíricos pela análise realizada na literatura (MORTIMER et al., 2014a). Adotamos, no presente trabalho, a segunda estratégia aqui descrita, buscando evitar o risco alertado.



Dada a compreensão de que a gênese da conceitualização ocorre por influência de três domínios, foi feita uma investigação para dar conta de todos eles. A pesquisa bibliográfica teórica em fontes da filosofia da ecologia e em tratamentos epistemológicos sobre o conceito, bem como a revisão de literatura em fontes da história da ecologia, visaram abarcar o domínio sociocultural mais especificamente. Entrevistas com estudantes e revisão de literatura em fontes sobre concepções alternativas e sobre conhecimentos ecológicos tradicionais visaram dar conta especificamente do domínio ontogenético. A pesquisa empírica em sala de aula buscou contemplar principalmente o domínio microgenético.

Na primeira etapa da pesquisa, utilizamos de modo exploratório fontes abrangentes sobre a história e filosofia da Ecologia (ex.: ACOT, 1990; PICKETT; KOLASA; JONES, 2007; SIMBERLOFF, 2014). A partir dessas fontes, foi possível elencar termos-chave para uma pesquisa sistemática em fontes secundárias sobre a história, a epistemologia e as concepções alternativas do conceito de equilíbrio ecológico. As fontes da história e epistemologia serviram, sobretudo, para investigar o domínio sociogenético de desenvolvimento do conceito. Buscou-se analisar especialmente os períodos ou escolas de pensamento em torno dos quais determinados modos de pensar o conceito se desenvolveram. As fontes sobre concepções alternativas serviram, por sua vez, sobretudo, para investigar a ontogênese do conceito.

Não pretendemos apresentar uma revisão exaustiva desta literatura, mas sim, um breve exame dos estudos que apresentaram contribuições significativas para nossa investigação, no que diz respeito, tanto à definição de procedimentos metodológicos para obter nossos próprios dados empíricos, quanto à identificação de compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos que estabilizam formas de pensar o conceito de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas.

A partir da pesquisa na literatura, iniciamos a identificação dos temas e compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos, bem como esboçamos um primeiro modelo de perfil (PIMENTEL; EL-HANI; SEPULVEDA, 2017). A análise da literatura e o primeiro esboço do modelo de perfil teve uma grande importância sobre o desenvolvimento da pesquisa, em termos metodológicos, principalmente porque subsidiou a elaboração dos cenários ecológicos e socioecológicos utilizados como contextos para as perguntas nos questionários e nas provocações de

interações discursivas em sala de aula (APÊNDICE A). Os questionários com estudantes contribuíram muito para a compreensão da formação do conceito no domínio ontogenético, enquanto a pesquisa em sala de aula no domínio microgenético, embora forneça também muitos dados sobre a ontogênese.

A elaboração dos cenários visou abordar os temas que haviam sido identificados para propiciar a emergência e identificação dos compromissos correlatos ou mesmo a revisão dos temas, caso os compromissos não viessem a emergir. Assim, algumas perguntas visaram intencionalmente induzir que os estudantes discutissem determinados aspectos da problemática abordada, de modo que apenas no contexto dos cenários e do questionamento que é válida a interpretação dos dados. Logo, os enunciados dos participantes da pesquisa devem ser vistos com cautela, enquanto concepções espontâneas.

Com o intuito de garantir uma diversidade de ideias sobre o conceito de equilíbrio ecológico e seus contextos de produção, incluímos na produção e coleta de nossos dados empíricos a investigação da gênese deste conceito no contexto do ensino superior de biologia em duas diferentes turmas, bem como aplicamos questionários com estudantes de pós-graduação de duas diferentes áreas de conhecimento. Além disso, é importante mencionar que a elaboração dos cenários utilizados para a pesquisa empírica buscou, outrossim, diversificar contextos. Neste caso, os contextos de aplicação do conceito.

As provocações de interações discursivas ocorreram no ano de 2017 em salas de aula de uma universidade pública do Estado da Bahia, em duas aulas de duas diferentes turmas de uma disciplina de Biologia da Conservação, ministrada pelo mesmo professor, totalizando quatro aulas, durante o final do curso da disciplina, nas quais o professor não abordou detidamente o conceito de equilíbrio ecológico, mas discutiu temas potencialmente relacionados, como conservação de espécies e da biodiversidade, impactos das mudanças climáticas nos sistemas ecológicos e recuperação de habitats.

Uma turma era do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas e a outra do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, com quatorze e três estudantes, respectivamente. Embora houvesse estudantes de licenciatura na turma do bacharelado, a maioria dos estudantes dessa turma era do curso de bacharelado. Em ambos os cursos, a disciplina é frequentada, na maioria dos casos, por estudantes nos períodos finais da graduação. A seleção das turmas ocorreu em

função da disponibilidade de disciplinas da área de Ecologia ou Ciências Ambientais na Licenciatura e no Bacharelado em Ciências Biológicas no momento em que deveria ser iniciada a pesquisa empírica em sala de aula, bem como pela disponibilidade do professor em colaborar.

Os cenários construídos e as perguntas para provocação das interações discursivas foram discutidos com o professor que esteve presente durante as discussões em sala de aula. Entretanto, a mediação da discussão foi realizada pelo próprio pesquisador, autor do presente trabalho, atuando, portanto, como professor-investigador<sup>16</sup>. Ocorreu gravação de vídeo para produção e coleta dos dados e posterior mapeamento de episódios, transcrição e análise. Somaram-se cerca de seis horas e trinta minutos de gravação.

Foram aplicados 20 questionários respondidos por alunos de cursos de pós-graduação. Assim como na pesquisa em sala de aula, buscou-se diversificar os contextos de produção de significados do conceito. Então, foram aplicados dez questionários com estudantes da área de engenharia, mais precisamente de um Programa de Engenharia Ambiental e Sanitária e dez questionários com estudantes da área de biodiversidade, sendo sete de um Programa de Diversidade Animal e três de um Programa de Ecologia. Os questionários foram aplicados individualmente, orientando-se o participante da pesquisa a responder as perguntas na sequência do roteiro de modo a favorecer também uma possível análise microgenética, além da ontogenética, caso fossem identificadas transições genéticas provocadas por reflexões ensejadas pelos diferentes contextos e perguntas situados pelos cenários e questões.

Como na seleção das turmas para o trabalho empírico em sala de aula, a seleção dos participantes da pesquisa com questionários também se deu em função da disponibilidade dos mesmos, naquele momento da pesquisa, os quais foram convidados em sala de aula de professores que aceitaram ceder um momento de suas aulas para realização do convite.

Antes da aplicação dos questionários com os estudantes de pós-graduação foi aplicado um questionário com uma engenheira ambiental e com um biólogo,

---

<sup>16</sup> Doravante, nas transcrições das discussões de sala de aula, farei menção a mim, como professor-investigador, de forma sintética, na segunda pessoa, apenas como “professor”, uma vez que o presente trabalho não busca refletir sobre o processo de trabalho do professor como investigador, mas, sobretudo, identifica e analisa a polissemia de um conceito em interações discursivas em sala de aula.

ambos com pós-graduação, com o objetivo de testar o roteiro proposto, avaliando-se a clareza da linguagem utilizada nos cenários e questões e a coerência das respostas com os objetivos da pesquisa. Após essas duas aplicações, não foram realizadas mudanças significativas no questionário, apenas ajustes ortográficos. Logo, as respostas aos dois questionários-piloto foram incorporadas como parte da amostra da pesquisa.

A partir das transcrições desses dados de interações discursivas em sala de aula e da análise dos questionários com estudantes do Ensino superior fizemos um recorte nos dados, destacando os excertos considerados mais significativos para o momento de definição das categorias elencadas para os temas da matriz semântica, juntamente com as outras fontes de dados dos demais domínios genéticos.

Seguimos algumas regras fixas de transcrição, baseadas em Sepulveda (2010). Os únicos sinais de pontuação que utilizamos foram os sinais de interrogação para indicar perguntas, uma vez que as entonações interrogativas são identificadas com segurança e precisam ser explicitadas no contexto de nossas análises. A barra invertida (“/”) foi usada para sinalizar pausas curtas no meio das falas. Pausas mais longas foram representadas pelo sinal positivo entre parênteses (“(+)”), uma maior quantidade de sinais positivo (“+”) foi atribuído proporcionalmente ao tempo da pausa. Fonte em caixa alta foi usada para representar aumento de tom de voz e entonação de ênfase.

Para assegurar a confidencialidade da pesquisa e, com isso, a privacidade dos participantes da pesquisa, utilizamos os seguintes códigos, onde “N” é um número variável, a depender do participante identificado:

- P0N: para se referir aos participantes da pesquisa piloto;
- B0N: para se referir aos participantes da pesquisa da turma de bacharelado em ciências biológicas;
- L0N: para se referir aos participantes da pesquisa da turma de licenciatura de ciências biológicas;
- A0N: para se referir aos participantes da pesquisa que são estudantes de pós-graduação da área de engenharia;
- E0N: para se referir aos participantes da pesquisa que são estudantes de pós-graduação da área de biodiversidade.

Cumprido destacar que a presente pesquisa é qualitativa e investiga, sobretudo, os diferentes modos de pensar para propor um primeiro perfil do conceito de equilíbrio ecológico. Não realizamos nenhuma análise detida às formas de falar, além de propor o modelo através da derivação e caracterização das zonas, diferente, por exemplo, de Amaral (2004), que realizou uma análise da dinâmica discursiva, e Sepulveda (2010), que realizou caracterização enunciativa das zonas, ambas inspiradas pela relação que Mortimer (2001) estabeleceu entre as zonas de um perfil conceitual com linguagens sociais e gêneros do discurso<sup>17</sup>.

Todavia, os modos de pensar, como plano interno de funcionamento, podem ser acessados apenas através da fala (MORTIMER et al., 2014b), de modo que entendemos ser coerente considerar os modelos de perfil conceitual como sendo modelos com implicações possíveis tanto para analisar modos de pensar, quanto para analisar formas de falar, ainda que não tenham sido derivados de algum tipo de análise do discurso.

A análise dos dados visou à identificação dos compromissos que estruturam modos de pensar o equilíbrio ecológico aplicado à compreensão da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Os compromissos identificados foram organizados numa matriz semântica baseada na matriz epistemológica de Sepulveda (2010). A matriz é construída no sentido de organizar a diversidade de compromissos, relacionando-os a temas comuns e a categorias distintivas que estruturam a compreensão do conceito.

A matriz epistemológica foi proposta por Sepulveda (2010) como uma ferramenta de sistematização dos dados para a construção de perfis conceituais. Segundo Sepulveda, Mortimer e El-Hani (2013), a construção da matriz foi um passo

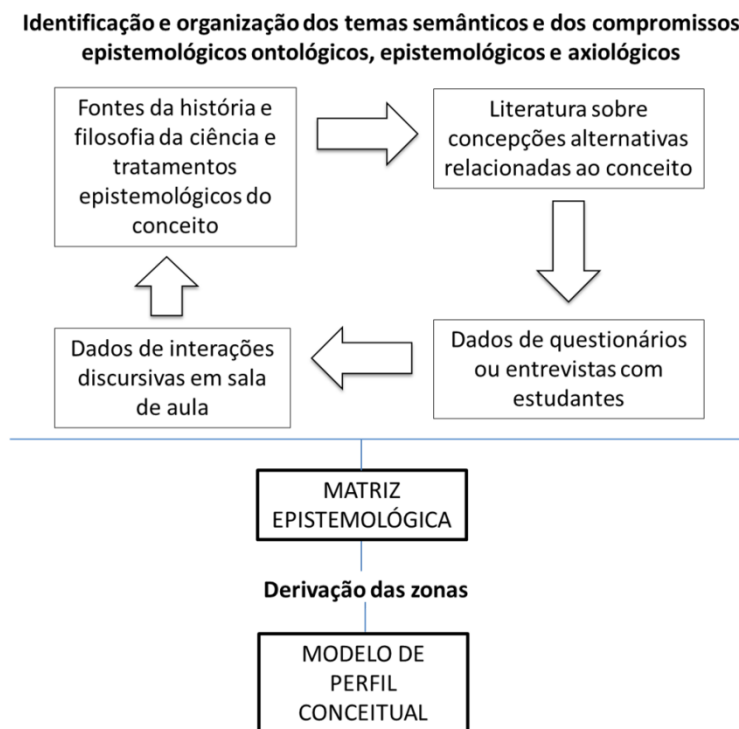
---

<sup>17</sup> Vale mencionar aqui que um precursor das contribuições teóricas de Mortimer (2001) foi o trabalho desse mesmo autor (MORTIMER, 1998), em que analisa a dimensão discursiva como uma tentativa de entender como os significados são construídos na sala de aula em meio a interações discursivas, ao passo que analisa também a dimensão conceitual, descrevendo os padrões de evolução das ideias sobre o conceito de matéria com base na noção de um perfil conceitual da matéria. Mortimer (1998) descreve que há uma interação entre diferentes "vozes", representando diferentes zonas de um perfil conceitual de matéria, e analisa como os participantes da pesquisa recorrem a diferentes abordagens comunicativas, i.e., aos discursos "de autoridade" e "dialógicos" ou "internamente persuasivos", enquanto lidam com obstáculos epistemológicos e ontológicos na construção de significados científicos na sala de aula. Aparentemente, como um aprofundamento desse estudo, para analisar maneiras através das quais professores interagem com alunos para promover a aprendizagem conceitual através da construção do significado no plano social das aulas de ciências na escola secundária, foi desenvolvida uma ferramenta analítica – integrada ao programa de pesquisa sobre perfis conceituais (MORTIMER; EL-HANI, 2014) –, baseada no referencial sociocultural, consistindo de um sistema de referência ou estrutura analítica do discurso, no qual se ressalta a investigação das abordagens comunicativas e dos padrões de interação discursiva (MORTIMER; SCOTT, 2002; 2003).

metodológico fundamental para que pudessem constituir as zonas do modelo de perfil do conceito de adaptação biológica, a partir das informações disponibilizadas pelas fontes de dados utilizadas na pesquisa. Considerando que a matriz organiza não apenas temas epistemológicos, mas também ontológicos e axiológicos, Pimentel, El-Hani e Sepulveda (2017) denominaram a matriz de “epistêmica”, enquanto Reis, Sepulveda e El-Hani (2017), de “semântica”. Convencionamos adotar a denominação de matriz semântica porque, assim como Reis (2018), consideramos que representa melhor a natureza da matriz, um quadro que esquematiza a polissemia subjacente aos significados de um conceito, logo uma matriz de significação (REIS, 2018)<sup>18</sup>.

Vale destacar que a nossa investigação sobre a polissemia do conceito de equilíbrio ecológico foi realizada, visando um contexto específico de compreensão e aplicação do conceito, de modo que buscamos identificar compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos quando respondiam a seguinte abordagem: como é e o que explica a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos? A figura 01 ilustra esquematicamente os procedimentos metodológicos adotados.

Figura 01 – Desenho metodológico para construção do perfil do conceito de equilíbrio ecológico.



<sup>18</sup> Outra abordagem metodológica é a que denomina a matriz de “matriz de organização da polissemia do conceito” (MOP); (SODRÉ, 2017).

A escolha da palavra dinâmica, neste caso, não induz a uma determinada compreensão do equilíbrio ecológico porque em nossa pesquisa lidamos com a existência de distúrbios sobre os sistemas. Então, questiona-se a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos, em outras palavras, diante da existência ou não dos distúrbios e o comportamento dos sistemas após uma possível suspensão dos distúrbios.

Como envolve a participação de seres humanos através de entrevistas e observações, cumpre salientar questões éticas da pesquisa. Nenhuma entrevista ou observação foi feita sem apresentação sobre a pesquisa e anuência por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE; APÊNDICE B), por meio do qual os participantes da pesquisa foram assegurados da confidencialidade das informações que nos concederam, e esclarecidos sobre os benefícios, riscos e ônus que a pesquisa poderia acarretar.

### 3 O CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NOS DIFERENTES DOMÍNIOS GENÉTICOS

O presente capítulo tem como objetivo apresentar os resultados das investigações nos diferentes domínios genéticos, explorando-se diferentes fontes, no sentido de identificar os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos estruturantes dos modos de pensar e formas de falar sobre o conceito de equilíbrio ecológico. Na seção 3.1 abordaremos o desenvolvimento do conceito, sobretudo, a partir de uma perspectiva historiográfica a fim de tratar da sociogênese. Na seção 3.2 abordaremos perspectivas individuais, analisando no contexto da literatura de concepções alternativas e dos dados empíricos obtidos em questionários e da observação de discussões em salas de aula com o objetivo de tratar da ontogenia do conceito e de identificar possíveis microgêneses.

De antemão, é interessante destacar algumas controvérsias epistemológicas que perpassam a formação do conceito. Autores como Keller e Golley (2000), tratando da filosofia, e Hovardas e Korfiartis (2011), tratando de concepções alternativas no ensino de Ecologia, situam a discussão do equilíbrio ecológico em torno de duas metáforas sobre a natureza, consideradas “paradigmáticas”. A metáfora de “equilíbrio da natureza” caracteriza o funcionamento dos sistemas ecológicos como imutável, em função de uma condição considerada ideal e mesmo benevolente para a sobrevivência de todas as espécies. Trata-se de um modo de pensar enraizado no pensamento ocidental, com ampla presença no desenvolvimento histórico da Ecologia e na linguagem cotidiana. A metáfora de “fluxo da natureza”, por sua vez, tida como mais coerente com desenvolvimentos contemporâneos da Ecologia, veicula a ideia de que o equilíbrio ecológico pode ser até mesmo uma raridade, um estado transiente de sistemas que mudam constantemente, sendo que até estados considerados estáveis podem levar à extinção de espécies e ser suscetíveis a mudanças bruscas.

Pickett, Kolasa e Jones (2007) sistematizam a controvérsia sobre o equilíbrio ecológico em torno de uma dicotomia entre dinâmicas de “equilíbrio” e “não-equilíbrio”. Questões como a existência e quantidade de pontos de equilíbrio, a delimitação da unidade de um sistema ecológico, o papel da regulação externa, dos distúrbios e dos seres humanos, bem como a causalidade simples ou complexa e o determinismo ou a estocasticidade no padrão de funcionamento dos sistemas



ecológicos, foram abordados por estes autores desde uma perspectiva epistemológica.

Bodin e Wiman (2004) apresentam um arcabouço conceitual sobre diferentes modelos de estabilidade aplicáveis à Ecologia (modelo estático estável; dinâmico estável; quasi<sup>19</sup>-estável ou múltiplo; e instável), os quais representam diferentes padrões na dinâmica dos sistemas ecológicos diante da possibilidade de persistência ou transformação no tempo, com ocorrência ou não de distúrbios. Apresentadas estas linhas gerais de algumas controvérsias epistemológicas sobre o conceito, apresentaremos nas seções a seguir a ênfase sobre os domínios genéticos de desenvolvimento do conceito.

### 3.1A GÊNESE DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NO DOMÍNIO SOCIOCULTURAL

O conceito de equilíbrio da natureza permeia o imaginário humano e é uma das ideias mais antigas da cultura (WORSTER, 1994), antecedendo a Ecologia por séculos, havendo referências sobre ele desde pelo menos a Grécia antiga (EGERTON, 1973; CUDDINGTON, 2001). Possivelmente, as ideias sobre o equilíbrio da natureza como um todo surgiram a partir de pressupostos religiosos que postulam a existência de uma estabilidade divinamente determinada nos sistemas ecológicos. Está presente em quase todas as religiões e cosmologias antigas (WORSTER, 1994). Por exemplo, na Roma antiga, Cícero afirmou que a persistência das espécies diante da adversidade expressaria a sabedoria e a benevolência do Criador (EGERTON, 1973).

Ao longo da história da filosofia, para alguns metafísicos a essência da realidade seria imóvel, ou seja, estática, enquanto para outros a essência da realidade seria a mudança, ou seja, a realidade seria uma realidade em transformação. Filósofos como Parmênides, Platão, Santo Agostinho, Descartes, Newton e outros enfatizaram a estase ou a inércia. Por sua vez, Heráclitos,

---

<sup>19</sup> Radical latim, utilizado como prefixo em língua inglesa, em suma, para indicar que algo é aparentemente, supostamente, aproximadamente ou análogo ao substantivo descrito (QUASI, 2019). A etimologia da palavra “quase” da língua portuguesa deriva do radical latim “quasi”, mas consideramos que os usos mais comuns em língua portuguesa da palavra “quase” não é compatível com o significado atribuído ao prefixo “quasi” no presente texto.

Espinoza, Hegel, Bergson, Nietzsche, Whitehead e outros enfatizaram o fluxo (KELLER; GOLLEY, 2000).

Uma das perspectivas construídas sobre a história da Ecologia situa o nascimento dessa disciplina no pensamento de Lineu [1707-1778] (STAUFFER, 1960). O argumento central de Stauffer (1960) é que a noção lineana de Economia da Natureza constitui o eixo central daquilo que se tornaria a ciência da Ecologia, conforme batizada por Haeckel, em 1866. Lineu entendia a economia da natureza como uma representação da sábia disposição dos seres vivos por um Soberano Criador, de modo que todos os elementos da natureza tenderiam a um fim comum com funções recíprocas. Em Lineu, a essência da realidade é imóvel ou fixa.

Acot (1990) e Simberloff (2014) abordam a história da Ecologia com destaque para tradições que foram historicamente fundamentais. A “economia da natureza” de Lineu é caracterizada como a concepção de um equilíbrio singular, providencial, benevolente e estático na natureza, governado no sentido de prover a espécie humana, ao mesmo tempo em que é separado desta (ACOT, 1990; SIMBERLOFF, 2014). Contudo, Acot (1990) contesta a ideia de que Lineu seria fundador da Ecologia, tendo em vista que a formulação de Lineu não aborda o problema da relação entre os seres vivos e destes com o meio ambiente.

Para Acot (1990), o foco da Ecologia é a interação dos organismos entre eles e com o ambiente inorgânico. Convergindo com Acot (1990), Keller e Golley (2000) propõem que a rede complexa dessas interações é que deve formar a unidade básica da investigação ecológica. Begon, Townsend e Harper (2007, p. IX), por sua vez, tentam definir a ciência da ecologia como o “estudo científico da distribuição e abundância dos organismos e das interações que determinam a distribuição e abundância”. Lineu, ao contrário, considera a distribuição dos seres vivos pelo planeta e o equilíbrio da natureza como frutos da providência divina. Portanto, o pensamento de Lineu traz uma visão essencialista de causas finais e intermediárias que tendem a ser obstáculo à pesquisa efetiva das causas materiais (ACOT, 1990). Nesse sentido, Acot (1990) afirma:

O sistema de Lineu é um sistema de funcionamento que preside à existência de equilíbrios entre espécies já instaladas, não um sistema que descreve os mecanismos de investidura dos “lugares”, que necessariamente levaria em conta (além das condições bióticas) condições abióticas, isto é, fatores não vivos do meio ambiente (ACOT, 1990, p. 4-5).

Assim, a ecologia não se interessa simplesmente pela identificação de entidades frente ao contexto ambiental, mas também de padrões de transformação e evolução. A natureza tem um dinamismo intrínseco, por mais que porventura esteja em algum estado de equilíbrio. Entidades ecológicas nunca são estáticas, mas sempre dinâmicas, possuindo, ademais, um início de existência e sendo algum dia extintas. Por exemplo, há entidades, como afirmam Keller e Golley (2000), que se movem rapidamente, como o pássaro, e outras que se movem lentamente, como plataformas continentais. E é este movimento, ou a dinâmica dos processos e entidades ecológicas, uma das principais ocupações da Ecologia.

Embora seja contestável considerar Lineu como fundador da Ecologia, convém considerar suas ideias sobre economia da natureza no contexto da presente pesquisa. Primeiro, porque é bastante plausível supor que modos de pensar e falar fundamentados em compromissos epistemológicos e ontológicos semelhantes aos de uma Economia da Natureza originada da providência divina sejam recorrentes na sociedade, inclusive entre estudantes de ensino superior. Segundo, porque a formulação lineana explícita da existência de propósito, i.e., finalidades intermediárias nas relações interespecíficas, teria aberto, segundo Acot (1990), uma via no leito histórico da Ecologia em direção à laicização do sistema de equilíbrio providencial e, desta forma, às elaborações posteriores sobre comunidades e ecossistemas. Nos anos 1920, quando a Ecologia já tinha se constituído enquanto disciplina, a problemática lineana do equilíbrio da natureza foi introduzida junto ao conceito de biocenose.

A problemática, considerada por Acot (1990), fundante da Ecologia foi esboçada diante de dados biogeográficos, trabalhados numa perspectiva de geografia botânica por Humboldt. Esse naturalista propôs um conjunto lógico de relações existentes entre as vegetações e os climas. Foi uma problemática como essa que conduziu à elaboração dos grandes conceitos de Ecologia. Assim, pondera-se:

[...] para fazer notar que a ideia da conservação dos equilíbrios pela “Polícia da natureza” é mais facilmente ilustrada, nos séculos XVIII e XIX, pelos fenômenos de predação e competição no Reino Animal, do que pelos fenômenos de competição (migração, invasão, colonização) no Reino Vegetal. E isso, tanto mais que a problemática que permitiria pensar os movimentos do mundo vegetal (isto é, o estudo de seus vínculos com meio ambiente abiótico) não está, como acabamos de assinalar, no centro do pensamento de Lineu (ACOT, 1990, p. 5-6).

A biogeografia do século XIX permaneceu quase em silêncio sobre a questão do equilíbrio da natureza, mesmo sobre os problemas ambientais emergentes<sup>20</sup>, enquanto a ideia de economia da natureza de Lineu funcionou tanto como ideologia da legitimação da ação destrutiva dos seres humanos, quanto como ideologia de alerta sobre a fragilidade dos pretensos equilíbrios naturais (ACOT, 1990). A caracterização das ideologias de alerta e de legitimação, apesar de paradoxal, é reveladora de concepções sobre a dinâmica dos sistemas ambientais.

A ideologia de legitimação converge com as perspectivas antropocêntricas (LAWRENCE, 2004; PIMENTEL, 2013), e postula a servidão da natureza para o ser humano. Natureza instituída sabiamente por um divino criador como um sistema de funcionamento que preside à existência de equilíbrios entre as espécies (ACOT, 1990). Ou seja, o equilíbrio institui a harmonia entre as espécies e a subordinação adequada aos seres humanos.

A ideologia de alerta, fortalecida, sobretudo, a partir da chamada laicização da economia da natureza de Lineu, alerta para a fragilidade da natureza, na qual cada parte é solidária ao todo. Essa ideologia teria sido decisiva para a popularização da palavra “ecologia” diante da ocorrência de desastres ambientais, como acidentes com navios petroleiros, e da ascensão dos movimentos ambientalistas contra a ocupação imobiliária em áreas de parques. Assim, a ideologia de alerta seria:

A ideologia de todos os perigos [...], na qual a teoria moderna dos ecossistemas encontra a angústia dos homens diante da destruição dos equilíbrios, ela conduz algumas pessoas a não recusarem a ideia de uma subordinação das sociedades humanas às leis biológicas da ecologia (ACOT, 1990, p. 7).

A ideologia de alerta converge com perspectivas de subordinação do ser humano ao meio ambiente. Sob essa perspectiva, o *Homo sapiens* é considerado indistinguível das demais espécies e totalmente dependente das condições e processos biológicos e ecossistêmicos (PIMENTEL, 2013). Por isso, seria também plausível utilizar analogias biológicas para analisar indivíduos, grupos e

---

<sup>20</sup> Devido ao silêncio da tradição da biogeografia, não caberá aprofundar aqui sobre o modo de pensar o equilíbrio ecológico pela tradição da geobotânica uma vez que, conforme Acot (1990), não houve interesse por parte desta abordagem sobre o assunto. Entretanto, cabe questionar se de fato não houve nenhuma elaboração por parte da tradição da geografia vegetal sobre o equilíbrio da natureza? Ou, pelo menos, se não há indícios de concepções implícitas que digam a respeito deste tema?

comunidades, sem considerar o papel da cultura ou da percepção e da cognição dos seres humanos na organização do espaço e na transformação da sociedade e do meio ambiente (LAWRENCE, 2004). Sendo assim, qualquer interferência humana sobre os sistemas ecológicos tende a ser considerada nefasta e indesejável para o equilíbrio.

Talvez o aparente paradoxo das ideologias lineares, apontadas por Acot (1990) sobre a relação dos seres humanos com os sistemas ecológicos e socioecológicos, indique mudanças no contexto histórico e a emergência ou, pelo menos, maior difusão de novas significações para o conceito de equilíbrio ecológico. Até então o “equilíbrio da natureza” era significado simplesmente como harmonia, implicando interações estáveis e previsíveis entre as partes do sistema, de modo a retroalimentar indefinidamente o estado de equilíbrio. Portanto, implicava também em estase, ou seja, ainda que ocorressem dinâmicas pontuais nos sistemas, o sistema tenderia a voltar ao seu estado ideal e permanecer essencialmente o mesmo (BRAMWELL, 1989).

De acordo com Bramwell (1989), a compreensão sobre os sistemas ecológicos e socioecológicos, denominados apenas como “natureza”, no século XVIII não era “dinâmica”, pois, embora percebessem e descrevessem dinâmicas, estas eram sempre teleologicamente orientadas a um equilíbrio estável e fechado. A “natureza” passou a ser reconhecida como “dinâmica”, ou seja, em fluxo de transformações, no século XIX, na medida em que os processos de conflitos, mudanças e emergências de novos estados de equilíbrio foram teorizados e descritos, por Hegel [1770-1831] e Marx [1818-1883], como processos dialéticos que podem ser interpretados como abertos, uma vez que são históricos, i.e., transitórios (BRAMWELL, 1989).

O padrão, então, não é mais predominantemente representado como sendo de estase, mas de mudanças, ocorrendo através do movimento das contradições para um equilíbrio temporário, que logo se transforma novamente (BRAMWELL, 1989). Assim, em vez da harmonia, acentua-se a percepção das contradições, o que, na teoria ecológica contemporânea, sugerimos poder ser análogo à atribuição de centralidade aos distúrbios nos ecossistemas (SPRUGEL, 1991), à emergência de padrões caóticos e, conseqüentemente, relacionado às dinâmicas instáveis e quasi-instáveis das interações no nível das populações e comunidades (WU; LOUCKS, 1995).

Por exemplo, determinados ecossistemas com vegetação florestal, devido à ocorrência de perturbações em diferentes momentos em cada uma das áreas – como ventanias que derrubam árvores, abrindo clareiras – são um complexo de áreas de diferentes idades, mudando continuamente, a ponto de serem chamadas de caleidoscópicas por Sprugel (1991). Wu e Loucks (1995, p. 453) trazem um exemplo semelhante:

[...] quedas de indivíduos arbóreos causam a formação de clareiras que resultam em dinâmicas de não-equilíbrio no nível da clareira; no entanto, as clareiras são incorporadas imediatamente como um processo intermediário de uma área mais ampla no nível da formação florestal, levando a um 'estado de mosaico estável transiente' (tradução nossa)<sup>21</sup>.

Em que pese o anacronismo<sup>22</sup> do exemplo, ele é pertinente para ilustrar a analogia do pensamento dialético com as pressuposições do que viria a constituir alguns compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos do conceito de equilíbrio ecológico no contexto da compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas. Desde já identificamos uma possível fundamentação filosófica precursora do que viria a constituir as significações contemporâneas do conceito de equilíbrio ecológico pela ciência da ecologia, abordando temas geradores da polissemia, tais como: a natureza e o valor moral do equilíbrio ecológico como atributo dos sistemas ecológicos e socioecológicos, o padrão do equilíbrio ecológico no contexto de dinâmicas ecológicas e socioecológicas, a causalidade para o padrão observado, a previsibilidade e o sentido do desenvolvimento das dinâmicas ecológicas e socioecológicas.

Foi após a constituição da Ecologia como campo independente de pesquisa que a tradição lineana dos equilíbrios naturais foi laicizada por Lyell [1797-1875], Darwin [1809-1882] e Haeckel [1834-1889] (ACOT, 1990). A chamada laicização do pensamento lineano foi iniciada por Lyell, com a publicação de “Principles of Geology”, em 1832. As elaborações de Lyell dariam conta, de acordo com Acot (1990), da economia da natureza como um princípio uniforme com leis gerais que

<sup>21</sup> “[...] single tree falls induce local gap dynamics that create nonequilibrium outcomes at the gap level; however, gaps are incorporated readily as an area-wide mean process at a larger forest stand level, leading to a ‘shifting mosaic steady state’” (WU; LOUCKS, 1995, p. 453).

<sup>22</sup> O anacronismo consiste na transposição de modelos, ideias e objetos válidos para uma época e contexto para outro contexto histórico, em os modelos não tinham sido gerados e as ideias e os objetos não eram presentes (BARROS, 2007). No caso em questão, a citação de Wu e Loucks (1995) é própria do século XX, enquanto a discussão em que a citação foi inserida enfoca o século XIX.

resistem a mudanças das Eras. Contudo, Lyell apresenta um pensamento lineano “reestabelecido”, no qual as causas materiais substituem a metafísica da providência divina, e no qual não haveria necessidade alguma de recorrer necessariamente a uma “causa final” ou a “finalidades intermediárias”. Neste caso, os equilíbrios naturais seriam resultantes frágeis de fatores antagônicos, em vez da manifestação da vontade onipotente de um Deus. Acot (1990, p. 22-24) cita Lineu, afirmando que:

De fato, certo número de análises são desenvolvidas no quadro lineano da descrição dos processos de equilibração que se manifestam na natureza. [...] [No caso da introdução de uma nova espécie em um determinado espaço geográfico] ‘Assim, as proporções numéricas de grande número dos habitantes da terra firme e do mar se achariam modificadas de modo permanente pelo estabelecimento de uma nova espécie na região; e as mudanças produzidas indiretamente se estenderiam a todas as classes dos seres organizados e se propagariam, por assim dizer, indefinidamente’.

A pressuposição de “equilíbrio da natureza” foi reinterpretada de modo pioneiro em um contexto darwinista por Herbert Spencer [1820-1903]. Spencer argumentou que a preservação das “raças” implicaria em um equilíbrio estável entre forças destrutivas e conservadoras (KINGSLAND, 1985). Observa-se que, mesmo sem referência a algum tipo de ajuste providencial das dinâmicas ecológicas, o sistema ecológico, conforme compreendido por Spencer, de acordo com Kingsland (1985), estaria imbuído da capacidade de operar de maneira a obter um equilíbrio entre diferentes forças. Stephen Alfred Forbes [1844-1930], um influente membro fundador da nova ciência da ecologia, utilizou explicitamente as ideias de Spencer, e descreveu o “equilíbrio da natureza” como uma “ordem beneficente” que teria sido desenvolvido pelo processo de seleção natural através da competição e da predação (EGERTON, 1973; BOWLER, 1982a; KRICHER, 2009).

A partir da observação de regularidades em sequências sucessionais de vegetação, Clements [1874-1945] propôs, em 1901, que a vegetação exibiria uma tendência a se estabilizar, convergindo para um estado singular (KELLER; GOLLEY, 2000). Ele afirmou que existia uma estrutura e um desenvolvimento específicos e repetitivos da vegetação, declarando, numa perspectiva organicista, que considerava a vegetação como uma entidade cujas modificações e estruturas concordavam com certos princípios de base, da mesma forma que as estruturas das plantas correspondiam a leis definidas (ACOT, 1990). Neste sentido, nota-se que, apesar de considerar a vegetação dinâmica, Clements (1916) defende que ela tem a

tendência a se tornar estática, sob condições padronizadas. No desenvolvimento de sua teoria,

Clements também tinha diante de si evidências abundantes sobre distúrbios na vegetação. O fogo, a terra arada, o pastoreio e a terra agrícola abandonada eram situações comuns. Clements observou que, com o tempo, as plantas invadiam a área perturbada e, em seguida, eram substituídas em padrões de desenvolvimento que levavam, em última instância, à vegetação que estava presente em condições semelhantes em diferentes locais. Clements nomeou este ponto final como o "clímax climático" do processo de sucessão da vegetação (KELLER; GOLLEY, 2000, p. 25, tradução nossa)<sup>23</sup>.

O tipo de desenvolvimento descrito por Clements é análogo ao de um organismo individual, determinístico, levando-o a denominar a unidade da Ecologia de superorganismo, o que pode ser considerado um constructo tipológico essencialista (SIMBERLOFF, 1980). Simberloff (1980) critica ainda a suposição clementsiana sobre causas e efeitos no desenvolvimento da comunidade como uma explicação *a priori*, ao invés de um mecanismo empiricamente derivado.

A constatação de Clements vai conduzir a uma das mais proeminentes e populares elaborações teóricas da Ecologia, qual seja, a da homeostasia dos ecossistemas. Tal como na regulação homeostática observada em organismos, haveria uma tendência dos sistemas ambientais de resistir às transformações e permanecer num estado de equilíbrio. Assim, os mecanismos homeostáticos, para Clements governados pelo clima, estariam em ação constante no sentido de dirigir a comunidade vegetal ao estado de equilíbrio dinâmico, mais precisamente, à fase clímax, sendo que as fases anteriores ao clímax ocorreriam devido a circunstâncias alheias à comunidade (por exemplo, impactos antrópicos, incêndios, modificações climáticas, migrações) (ACOT, 1990).

Clements, ao mesmo tempo em que manteve os pressupostos de equilíbrio singular, introduziu o conceito de superorganismo, buscando descrever causas materiais para o equilíbrio. Neste contexto, considerou as unidades ecológicas como superorganismos, com regulação homeostática do equilíbrio, incluindo o que pode ser considerada uma regulação linear simples entre as diversas populações de

---

<sup>23</sup> Clements also had before him abundant evidence of disturbance to vegetation. Fire, plowed land, grazed land, and abandoned agricultural land were commonplace. Clements noted that over time plants invaded the disturbed area and then replaced themselves in patterns of development that led ultimately to the vegetation that was presente under similar conditions in diferente locations. Clements named this endpoint the "climatic clímax" of the process of plant succession (KELLER; GOLLEY, 2000, p. 25).



seres vivos, o que garantiria a continuidade espaço-temporal, com ajustes pontuais diante de distúrbios externos e da evolução biológica (ACOT, 1990; SIMBERLOFF, 2014).

A discussão da entidade primária na ecologia e dos processos considerados na sua delimitação parece importante nas discussões que seguem porque delas depende a caracterização do objeto da ecologia e, por conseguinte, também depende a compreensão sobre a estabilidade dos sistemas ambientais, da manifestação espacial do equilíbrio ecológico, bem como a relação ou os processos entre as diferentes escalas.

Justifica-se, dessa maneira, o estudo de Sander e colaboradores (2006) sobre concepções alternativas e mudança conceitual<sup>24</sup> para o ensino de ecologia, que se dividiu entre investigar as concepções da natureza com foco em processos de equilíbrio e estabilidade, a exemplo de explicações sobre sucessão ecológica, e o status ontológico e epistemológico da compreensão das unidades ecológicas. Nesse contexto, o tema que vamos denominar de manifestação espacial do equilíbrio emerge como essencial para a construção do conhecimento e aprendizagem da ciência da ecologia no contexto da compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas (SANDER et al., 2006; KELLER; GOLLEY, 2000).

Diante do fato de a intencionalidade do observador fazer sobremaneira uma diferença na forma como as entidades são demarcadas, a delimitação da unidade de análise da Ecologia será sempre uma perspectiva temporal ou subjetiva específica. Todas as entidades para a Ecologia são produtos do que se observa e do contexto que fundamenta a compreensão do que é observado. Este é o motivo das intermináveis discussões sobre a validade das entidades e relações entre elas nos modelos construídos na Ecologia (KELLER; GOLLEY, 2000).

Apesar da relativa indeterminação dos limites de uma entidade ecológica, estas podem ser distinguidas da matriz ambiental em termos de processos internos *versus* processos externos. Uma entidade é caracterizada por processos internos de conexão que são mais fortes do que as interferências dos processos externos oriundos de outras entidades. A depender do modelo e das entidades e processos considerados, uma entidade ecológica pode ser descrita como sistema fechado ou

---

<sup>24</sup> Embora o trabalho se inscreva em uma perspectiva de aprendizagem por mudança conceitual, o estudo traz contribuições por fornecer dados que evidenciam compromissos estruturantes de modos de pensar e formas de falar sobre o equilíbrio ecológico.

aberto. Isto fornece bases para diferenciar entre o que é interno e externo em uma entidade, permitindo distinguir a entidade do contexto ambiental mais amplo. Conseqüentemente, permite também distinguir os fatores causais para as dinâmicas consideradas padrão dos sistemas ecológicos e socioecológicos, em termos de fatores intrínsecos e extrínsecos, podendo cada um desses fatores serem ou não vistos como determinantes, incorporando ou não distúrbios, normalmente considerados como fatores extrínsecos, à dinâmica padrão.

Dentre as entidades possíveis, incluem-se: organismos individuais, espécies, habitats, ecossistemas, populações, metapopulações, guildas, ecótopos, paisagens e biomas ou ecorregiões. Atualmente considera-se que há uma hierarquia aninhada ou heterarquia, o que difere a hierarquia ecológica de uma hierarquia de controle com unidades independentes e influência unilateral. Neste caso, a classificação das entidades é feita usando o critério de similaridade dependente da escala (KELLER; GOLLEY, 2000).

Diante de um arcabouço histórico, Keller e Golley (2000) identificam três ontologias proeminentes na Ecologia do século XX: (1) a comunidade biótica – podendo ser relacionada com o que Simberloff (1980) denominou “paradigma do superorganismo”, presente destacadamente em Clements; (2) o organismo individual, relacionado ao paradigma estocástico de Gleason [1882-1975] (SIMBERLOFF, 2000) e (3) o ecossistema, proposto a partir das teorizações de Tansley [1871-1975]. Para Acot, pode ser traçada, com a devida precaução epistemológica, uma

[...] homologia funcional entre a noção providencialista de “equilíbrio da natureza” em Lineu e o conceito mecanista de “homeostasia dos ecossistemas” na ecologia moderna (mesmo se pudermos detectar entre os dois uma homologia simples, procurando um ancestral comum para eles, de resto muito afastado, na ideia de “Ordem da Natureza”). Notemos que o mesmo tipo de procedimento levaria a estabelecer uma relação de analogia entre o pensamento reputado como “ecológico” de Aristóteles e, por exemplo, o de Charles Elton (ACOT, 1990, p. 185).

De modo semelhante a Clements, Tansley considerou as unidades ecológicas como quasi-organismos, mas combateu a concepção organicista de Clements, propondo o conceito de ecossistema, atribuindo uma causalidade circular na interação entre os fatores bióticos e abióticos (ACOT, 1990; SIMBERLOFF, 2014). Tansley (1935) formalizou o conceito de ecossistema em um artigo considerado

bastante polêmico, voltado em grande parte para o debate contra as concepções organicista. O objetivo de Tansley (1935) foi contestar em parte o conceito de superorganismo, largamente adotado na época, e reivindicar mais ênfase nos fatores físicos, abrindo espaço também para a influência da cibernética no arcabouço de construção dessa nascente abordagem (ACOT, 1990).

Evidentemente que a atenção sobre os fatores abióticos no pensamento ecológico não é novo. Além disso, Tansley sequer exortou totalmente a concepção superorganísmica, ponderando apenas que o termo “quasi-organismo” seria mais preciso. A grande novidade foi a integração destes fatores em um sistema único com uma epistemologia mecanística (ACOT, 1990), distanciando a ecologia do vitalismo e a identificando com a física (KELLER; GOLLEY, 2000). Comunidades bióticas, segundo Tansley, seriam mais parecidas com máquinas do que com organismos.

O ecossistema, então, seria o sistema inteiro, incluindo não somente o organismo-complexo, mas também todos os complexos fatores físicos integrados, formando o ambiente do bioma, constituído dos fatores do habitat em sentido amplo, em um espaço-tempo contínuo com interações recíprocas entre fatores bióticos e abióticos. Neste caso, o ecossistema de interesse é aninhado a outro maior e assim sucessivamente. Há, portanto, dois ecossistemas a serem considerados. O habitat particular que reage com a comunidade biótica e o ambiente externo, que afetam o primeiro fornecendo *inputs* de recursos e recebendo *outputs* (KELLER; GOLLEY, 2000).

Entretanto, ao delimitar os ecossistemas como um nível hierárquico dos sistemas físicos, Tansley perdeu de vista a estocasticidade e a qualidade da interconexão dos sistemas ecológicos com os sistemas externos que não se resume a *inputs* e *outputs* regulares. Além disso, ao caracterizar a dinâmica dos ecossistemas em termos de fluxos de energia, matéria e informação, restringe espaço para interpretações baseadas na biologia evolutiva. Porém esses problemas não invalidam o conceito de ecossistema, apenas provocam uma mudança no modo de pensar sobre isso (KELLER; GOLLEY, 2000).

Com contribuições de autores como Lindeman [1915-1942] e os irmãos Eugene [1913-2002] e Howard Odum [1924-2002], foi desenvolvida a teoria dos ecossistemas com a ideia de que os sistemas ecológicos são entidades termodinamicamente abertas com uma dinâmica que pode ser representada por fluxos de matéria e energia com autorregulação e retroalimentações em função da

manutenção ou alcance de um equilíbrio (ACOT, 1990; SIMBERLOFF, 2014). Vale ressaltar que a teoria ecossistêmica integrou o ser humano aos sistemas ecológicos e foi aplicada no sentido de buscar otimizações produtivas, seja para a preservação biológica, seja para finalidades sociais ou econômicas (ACOT, 1990).

Um aprofundamento dessa concepção veio com os irmãos Odum, em 1945, quando elementos da termodinâmica foram sistematicamente incluídos nas descrições dos ecossistemas. Destarte, passaram a ser crescentemente descritos, em termos de fluxos de matéria e energia, como que possuindo um metabolismo com *inputs* de entropia negativa e mecanismos de retroalimentação negativos e positivos. Ora, não obstante as críticas a Clements, ocorreu uma maior aproximação entre os conceitos de supraorganismo e de ecossistemas. Afirmou-se inclusive que os ecossistemas desafiavam, através do seu metabolismo, a segunda Lei da termodinâmica, tal como os organismos. A aproximação com o pensamento clementsiano fica mais claro quando os irmãos Odum afirmaram que os ecossistemas evoluem para o estágio de clímax ou se manteriam em estado de equilíbrio dinâmico (ACOT, 1990). Segundo Simberloff (1980, p. 87):

Odum (1964) vê o ecossistema como tendo a mesma relação com a ecologia como a célula na biologia molecular, uma concepção claramente superorganísmica. [Outros vêm] o ecossistema como uma "unidade holística de co-evolução", e argumenta que os ecossistemas evoluem para o bom comportamento linear (tradução nossa)<sup>25</sup>.

Retorna-se, pois, à noção de equilíbrio da natureza com algum tipo não enunciado de homeostasia (SIMBERLOFF, 1980). Mais uma vez, deparamo-nos com o organicismo. Este perspectiva, que não estava posta nos primórdios da Ecologia propriamente dita, emergiu na medida em que os ecólogos continuaram a discutir a noção de "comunidade vegetal", tentando explicar por que comunidades particulares se estabeleciam em áreas determinadas da superfície terrestre e, sobretudo, como e por que elas se modificam, se deslocam, se estabilizam etc. Portanto, conforma-se na medida em que tenta-se descrever e classificar as comunidades vegetais em suas complexas relações com o ambiente abiótico,

---

<sup>25</sup> Odum (1964) views the ecosystem as bearing the same relation to ecology as the cell does to molecular biology, a clearly superorganismic conception. Patten (1975) sees the ecosystem as a "holistic unit of coevolution," and argues that ecosystems evolve toward linear good behavior (SIMBERLOFF, 1980, p. 87).

sofrendo modificações por forças externas e evoluindo a um estado de equilíbrio (ACOT, 1990).

De acordo com as leituras científicas do termo, bem como as versões popularizadas do conceito de "equilíbrio", as populações e os ecossistemas têm uma estratégia de auto-regulação que é coordenada por um sistema homeostático capaz de responder aos *feedbacks* positivos (COOPER, 2003). A ecologia de ecossistemas concentra-se nos ciclos da matéria e no fluxo de energia, nos quais os organismos são integrados, numa rede de inter-relações, como produtores, consumidores ou decompositores.

Por outro lado, a ecologia de populações aborda padrões e causas de mudanças na distribuição e abundância das populações de espécies no espaço e no tempo (KOLASA; PICKETT, 2005). O equilíbrio no nível populacional está relacionado ao fato de que as populações são consideradas reguladas por mecanismos dependentes da densidade (WALTER, 2008). Em baixas densidades populacionais, os recursos são suficientes e o crescimento populacional não é limitado. À medida que o tamanho da população aumenta, no entanto, os indivíduos dentro da população começam a competir por recursos limitados e há uma diminuição correspondente na taxa de aumento populacional (*feedback* negativo devido ao desenvolvimento de competição intraespecífica). Eventualmente, a população se estabiliza em um nível em que os recursos são usados na mesma proporção em que são fornecidos (conhecida como capacidade de suporte para as espécies dadas no ambiente em questão). O processo acima é descrito pelo chamado modelo logístico de crescimento populacional que compreende a pedra angular da ecologia populacional (KINGSLAND, 1995).

A questão do equilíbrio torna-se mais complicada à medida que se move da sua aplicação mais simples no nível da população para os níveis mais altos, de comunidades e ecossistemas (SARKAR, 2005). No caso das comunidades de plantas, por exemplo, a visão dominante era que as comunidades de plantas crescem de estágios pioneiros para um estágio de "clímax" bem definido, que é considerado como um ponto de equilíbrio. Nessa trajetória de sucessão determinística, a perturbação é considerada antinatural, geralmente como o resultado da ação humana, e seus efeitos diminuiriam com o tempo, assim que a intervenção humana desaparecesse e a comunidade de plantas voltasse a se equilibrar (WORSTER, 1994; DES JARDINS, 2005).

De acordo com McIntosh (1985), essas ideias determinísticas e teleológicas sobre sucessão foram amplamente adotadas e incorporadas por livros-texto influentes porque as mensagens holísticas e harmônicas imbuídas na teoria da sucessão a tornaram pedagogicamente atraente. As únicas perturbações duradouras são de fato apenas as causadas pelos humanos. Se a perturbação causada pelo homem é removida, a natureza é capaz de retornar ao equilíbrio devido a seus processos de autorregulação (WORSTER, 1994).

A metáfora do "equilíbrio da natureza" tem sido frequentemente usada pelos proponentes do movimento ambientalista para defender a conservação da natureza (MAPPIN; JOHNSON, 2005). Frequentemente, os ambientalistas aplicaram a metáfora do "equilíbrio da natureza" para promover um suposto estado de ecossistemas primitivos. Por exemplo, a metáfora "equilíbrio da natureza" pode legitimar qualquer esforço para remover a influência humana, como incêndios de pastagens de sistemas pecuários extensivos (JELINSKI, 2005).

Preservacionistas assumem que as assembleias biológicas tenderão para a estabilidade e permanecerão inalteradas se a perturbação for evitada. Qualquer perturbação é percebida como originária da intervenção humana. A não intervenção e a ausência da interferência humana são, portanto, ideais de gestão para os preservacionistas. Sob o lema "deixar a natureza intocada", as políticas de gestão ambiental, em muitos casos, se esforçaram para impor uma suposta estabilidade (HAILA; LEVIN, 1992; FALL, 2002; DIEGUES, 2004; ROBBINS, 2004). Para muitos ambientalistas, tal separação clara entre natureza e sociedade é promovida pela designação de áreas protegidas que permitirá à natureza seguir seu curso e autorregular seus processos sob o espírito da metáfora do 'equilíbrio da natureza' (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011).

Os gestores ambientais se esforçaram para restaurar as condições "naturais" que supostamente existiam antes de serem perturbadas pelas atividades humanas (WOOD, 2000). Essa doutrina de separação da sociedade da natureza norteou a agenda de gestão ambiental na década de 1980, quando as atividades do setor primário eram vistas como necessariamente incompatíveis com a conservação da natureza, o que levou a duros conflitos entre os habitantes e as unidades de conservação (DIEGUES, 2004).

Paradoxalmente, a posição dualista que combinava a sociedade com a natureza era invalidada pela própria história das áreas protegidas. Um exemplo

elucidativo foi a supressão do fogo nas florestas dos EUA, a fim de evitar perturbações e, assim, manter um suposto equilíbrio nos ecossistemas florestais. O resultado dessa escolha foi um acúmulo de biomassa que culminou em incêndios graves que, ao contrário de queimadas controladas de baixa intensidade, causaram grave degradação do ecossistema florestal (KOLASA; PICKETT, 2005).

Mais um problema candente na presente controvérsia sobre a ecologia é o que Simberloff (1980) caracteriza como um mal-estar provocado pelos ecólogos quando buscam equivocadamente modelos de ciências físicas deterministas. Mayr (1961) sugere que a singularidade de entidades biológicas e fenômenos constitui uma das principais diferenças entre a biologia e as ciências físicas. Por isso, Ulanowics (2000) exorta a Ecologia para se configurar enquanto uma ciência pós-Newtoniana, pós-mecanicista. Decerto que essa discussão, tocando em categorias como o essencialismo, vitalismo, organicismo e mecanicismo deve muito interessar para a construção de um perfil conceitual sobre o equilíbrio da natureza.

Não obstante a estocasticidade dos processos ecológicos fazerem os modelos determinísticos de mecanismo inadequados, ao passo que um sistema de equações diferenciais, não-linear, tem dado crescentemente conta de estudar o comportamento populacional caótico (SIMBERLOFF, 2000), a concepção clementsiana, embora enfraquecida desde meados do século XX, ainda reverbera na pesquisa ecológica e a hipótese Gaia é considerada por alguns como a aplicação do conceito de superorganismo à biosfera como um todo (KELLER; GOLLEY, 2000). O que Simberloff (1980) chama de essencialismo e idealismo é a crença de que a natureza tem uma estrutura teleológica e uma essência imutável como os tipos ideais de Platão. Este autor considera negativamente que a tradição intelectual do Ocidente tenha uma arraigada crença em ordem, design e equilíbrio da natureza.

Por volta dos anos de 1960, um dos maiores objetivos da Ecologia era a formulação de uma teoria geral com poder preditivo sobre o desenvolvimento de ecossistemas (STERELNY; GRIFFITHS, 1999). Tansley (1935) afirmava que a imprevisibilidade poderia ser apenas uma limitação do estado do conhecimento de então e acreditava que os sistemas ecológicos eram teoricamente previsíveis. A justificativa de Tansley (1935) reside em analogia com uma máquina, a qual, quando inventada tem organizada as propriedades de todos os seus materiais, suas hierarquias de relevância, as interações entre as partes, os limites de seu propósito e o conjunto de relações arranjadas no espaço. Sendo assim, o inventor da máquina

pode prever com precisão o comportamento da máquina, limitado apenas pelo conhecimento da mesma. Ao discutir a doutrina do "holismo", Tansley (1935) enfatiza o todo como uma causa. O "holismo" é chamado de fator fundamental operativo para a criação de todos no universo. É vista como uma causa operativa e uma característica inerente à dinâmica em todos os níveis ecológicos (TANSLEY, 1935).

Todavia, prever as variações populacionais de uma espécie ao longo de um tempo, por si só, tem sido tão difícil quanto prever a história humana (KINGSLAND, 1985). Nesse sentido, Kingsland (1985, p. 5) salienta:

A história da ecologia é uma história da mudança de critérios por imposição de ordem à natureza e de resistência à alternativa de que tudo é realmente caótico e contingente. A ecologia é interessante não apenas pelas respostas que traz, pois muitas vezes são temporárias, mas pelo modo como os métodos de imposição sobre a natureza refletem as mudanças do nosso tempo, as mudanças do nosso humor (tradução nossa)<sup>26</sup>.

A imagem popular de um ecossistema como uma comunidade rica e abundante com elasticidade para se recuperar em direção ao seu pretense estado prístino, após pequenas perturbações, pode ser resultado mais do enviesamento ideológico do que de base empírica observacional. Inclusive, alguns ecólogos têm apresentado evidências acerca da possibilidade de a estabilidade dos ecossistemas ser inversamente proporcional à diversidade. Uma das principais fontes do conceito de ecossistema, bem como destes enviesamentos sobre como preservá-los, é justamente a noção de equilíbrio da natureza (STERELNY; GRIFFTHS, 1999).

Já em 1926, o postulado de Clements foi desafiado por descrições, feitas por Gleason, da vegetação como entidades naturais intrinsecamente descontínuas. Sendo assim, propôs-se que cada composição vegetacional deveria ser considerada como uma individualidade ecológica. E cada fronteira entre formações vegetais jamais poderia ser terminantemente definida, podendo ser apenas aproximadamente distinguida, necessitando de explicações particulares, a depender dos fatores de interferência na unidade de análise, das circunstâncias ambientais exteriores a ela, dos “acidentes” na dispersão das sementes e assim por diante (ACOT, 1990).

---

<sup>26</sup> The history of ecology is a history of changing criteria for imposing order on nature and resisting the alternative that all is really chaotic and contingent. Ecology is interesting not just for the answers it comes up with, for these are often temporary, but for the way the methods of imposing upon nature reflect changing times, changing moods (KINGSLAND, 1985, p. 5).



Considerando-se que as condições ambientais para o crescimento de uma planta diferem em uma microescala, as comunidades de plantas são evidenciadas por Gleason como associações randômicas de organismos individuais, em que os padrões específicos de cada espécie são tratados melhor de forma probabilística. A composição de espécies em uma área seria, deste modo, indeterminística. Então, Gleason pontua que a associação vegetal não é um organismo, diz que é difícil até mesmo dizer quando forma uma unidade vegetacional, uma vez que o que parece assim ser, pode ser apenas fruto da coincidência (KELLER; GOLLEY, 2000).

O argumento fundamental da hipótese individualística de Gleason (1939) reside na constatação de que o que talvez pareça ser, para o observador humano, teleologicamente ordenado, seja na realidade uma associação acidental de várias partes. Com Gleason, surge um compromisso com a ideia clara de fluxo da natureza na Ecologia. Como a essência da natureza é fluxo, não há critério absoluto para distinguir uma entidade de outra em um espaço-tempo contínuo (KELLER; GOLLEY, 2000). Em suma, Gleason descartou a possibilidade de existirem unidades ecológicas incontestáveis. Evidenciou a descontinuidade intrínseca da vegetação, tendo em vista a estocasticidade na distribuição e abundância das populações e comunidades bióticas, o que teve papel importante na origem de uma perspectiva não-determinística sobre a dinâmica dos sistemas ecológicos (ACOT, 1990; SIMBERLOFF, 2014).

Para Simberloff (1980, p. 73), Gleason deu início à revolução materialista e probabilística na Ecologia.

Uma ênfase inicial na similaridade de comunidades isoladas foi substituída por uma abordagem sobre as suas diferenças; o exame de grupos de populações, foi largamente substituído pelo estudo de populações individuais; a crença na mudança sucessional determinista, com a ampla introdução da estatística na ecologia, foi substituída pela compreensão de que o desenvolvimento temporal de comunidades é probabilístico; e há contínua luta para focar em entidades observáveis, materiais, em vez de constructos ideais (SIMBERLOFF, 1980, tradução nossa)<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> An initial emphasis on similarity of isolated communities, replaced by concern about their differences; examination of groups of populations, largely superseded by study of individual populations; belief in deterministic succession shifting, with the widespread introduction of statistics into ecology, to realization that temporal community development is probabilistic; and a continuing struggle to focus on material, observable entities rather than ideal constructs (SIMBERLOFF, 1980, p. 73).

Trabalhos influenciados pela abordagem gleasoniana se seguiram por volta dos anos 1947. Processos contínuos de vegetações descontínuas e análises de gradiente foram descritos na investigação da distribuição espacial das plantas, em meio às respostas relativamente individuais e descoordenadas das espécies singulares, para os gradientes no ambiente físico, sem necessidade de invocar grupos de espécies persistindo ou morrendo como unidade em bloco num habitat delimitado (SIMBERLOFF, 1980; WALTER, 2008). Uma consequência dessa abordagem foi o deslocamento de foco para a população ou a interação entre poucas espécies como objetos de estudo, em vez da comunidade ou das associações vegetais (SIMBERLOFF, 1980).

Outra consequência foi sobre a explicação da correlação entre a riqueza de espécies e o funcionamento dos ecossistemas. Havia uma tendência de supor apenas que as espécies se complementavam, de modo que a interação das espécies operava como um mecanismo de estabilização das dinâmicas ecológicas, levando à otimização do funcionamento dos ecossistemas. Ainda que esse mecanismo não seja considerado inexistente, agora os modelos ecológicos normalmente situam um segundo mecanismo, que seria estocástico. O argumento é que os processos estocásticos regionais e locais de distribuição das espécies também podem ser produtivos para a estabilidade dos sistemas ecológicos, através da adição de novos indivíduos e espécies (KRICHER, 2009).

Desde os anos 80, uma visão mais dinâmica do mundo natural vem ganhando terreno na comunidade científica (JELINSKI, 2005). Tornou-se cada vez mais reconhecido que as condições de equilíbrio são raras e que os eventos de perturbação são tão comuns que é pouco provável que a maioria dos sistemas ecológicos atinja qualquer estágio equilibrado (PICKETT; KOLASA; JONES, 2007; WU; LOUCKS 1995). Os ecossistemas passaram a ser reconhecidos como inerentemente dinâmicos e heterogêneos, apresentando múltiplos equilíbrios, processos estocásticos e tendências desestabilizadoras de dinâmicas internas, de modo que não há um "estado natural" único para retornar após uma perturbação (DES JARDINS, 2005; KOLASA; PICKETT, 2005).

Atualmente, a prática ecológica presta mais atenção à consideração da heterogeneidade, à consideração de escalas espaciais e temporais e ao estudo dos efeitos das perturbações. O resultado mais importante da nova tendência na pesquisa ecológica é que o equilíbrio é considerado não como um princípio

organizador da natureza, mas como o resultado de causas materiais agindo sob condições específicas e escalas temporais e espaciais específicas, e em qualquer caso não há um único equilíbrio persistente da natureza (PICKETT; KOLASA; JONES, 2007; KOLASA; PICKETT 2005).

Essa mudança também tem profundas implicações para a gestão ambiental. Se a natureza é dinâmica, mutável e complexa, as metas de conservação precisam lidar com tal complexidade; manter a estabilidade em um estado "ótimo" baseado no estado prévio à intervenção humana pode não ser mais sustentável (GRUMBINE, 1997; WU; LOUCKS, 1995). Gradualmente, as prioridades de gestão ambiental reconheceram a compatibilidade das práticas agrícolas para a conservação da biodiversidade (KATI; SEKERCIOGLU 2006) e destacaram a necessidade de participação das populações locais na governança das áreas protegidas (DIEGUES, 2004).

A mudança para uma abordagem gerencial buscando um equilíbrio entre conservação ambiental e desenvolvimento sustentável<sup>28</sup> tem sido bem documentada na literatura conservacionista recente (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011). Além disso, as decisões de conservação devem ser tomadas com frequência, enquanto a informação é incompleta e os resultados da gestão são incertos. A gestão deve, portanto, ser desenvolvida como um processo iterativo, enquanto seus efeitos têm que ser continuamente avaliados e realimentados em um sistema de tomada de decisão contínuo (GUNDERSON; PETERSON; HOLLING, 2008).

Wu e Loucks (2012) já incluem esta teoria no quadro geral de perspectivas sobre a estabilidade dos sistemas ambientais. Estes autores sistematizam as

---

<sup>28</sup> Mencionamos o termo "desenvolvimento sustentável" ("*sustainable development*") porque foi o utilizado por Hovardas e Korfiatis (2011), mas é interessante considerar a controvérsia sobre o "desenvolvimento sustentável" porque, decerto, pode ser frutífera essa discussão diante da polissemia do conceito de equilíbrio ecológico para investigações futuras. O conceito de desenvolvimento sustentável emergiu através da necessidade de repensar o uso dos recursos naturais e do meio ambiente, sem comprometer o crescimento econômico (MENDONÇA, 2019). Apesar de o termo "desenvolvimento sustentável", além de termos como "ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentado", entre outros, terem sido popularizados em nível global, especialmente nos discursos eleitorais, governamentais, empresariais e de projetos para captação de investimento, algumas análises apontam para a falta de consenso quanto aos termos "desenvolvimento", "sustentável", "sustentado" e "sustentabilidade" (DIEGUES, 1992), para os conflitos entre as compreensões sobre "sustentabilidade" de comunidades e corporações capitalistas (DIEGUES, 1992; NYLUND; KROGER, 2012), bem como para a insuficiência dos programas e projetos, que recorreram aos termos, para lidar com a magnitude das problemáticas socioambientais (MENDONÇA, 2019). Assim, Diegues (1992) propõe o conceito de "sociedades sustentáveis", tendo em vista a necessidade de construir sociedades ecológica e socialmente mais justas, respeitando-se as diversidades ecológicas, social e cultural, e autores como Mendonça (2019), apontam a necessidade de ressaltar a "sustentabilidade ambiental" em detrimento da busca por maximização de lucros.

diferentes perspectivas em mais categorias do que os demais supracitados: equilíbrio da natureza / economia da natureza; equilíbrio / estabilidade homeostática; não-equilíbrio / instabilidade; múltiplos equilíbrios / estabilidade homeorréica e dinâmica hierárquica entre arranjos espaciais (*hierarchical patch dynamics*).

Outra questão sublinhada por Pickett, Kolasa e Jones (2007) e mencionada ao longo do presente texto é a da estocasticidade versus o determinismo, que pode dizer respeito a um debate maior na Filosofia das Ciências, como se vê em Gigerenzer (1989). Simberloff (2014) salienta a possibilidade de se pensar não mais em “equilíbrio da natureza”, mas em “equilíbrio com a natureza” a partir da construção do conhecimento em Ecologia como fundamentação para uma prática socioambientalmente mais responsável, convergindo, pelo menos nesta afirmação, com a Teoria da Resiliência, sendo que tem sido verificado que muitos sistemas ecológicos existem um estado de não-equilíbrio, com dinâmicas intrinsecamente sempre instáveis (HASTINGS et al., 1993).

Wu e Loucks (1995) discutem como evidências da Ecologia apontam para dinâmicas de não-equilíbrio e equilíbrio quasi-estável, caracterizadas por mudanças no espaço e no tempo, reguladas por hierarquias multiescalares aninhadas de mosaicos de unidades ecológicas (panarquia). Contingências, padrões ecológicos caóticos ou estocásticos e, inclusive, interações ecológicas estáveis podem resultar em instabilidade e mudanças ecológicas drásticas. Neste sentido, os distúrbios ambientais, a ação antrópica e a heterogeneidade espacial podem funcionar como mecanismos de estabilização que atenuam tendências desestabilizadoras.

Em contraste com a dinâmica de equilíbrio estável, que deriva de uma autorregulação determinística assumida em um sistema fechado e homogêneo, desenvolvimentos mais recentes da Ecologia lidam com processos em múltiplas escalas e com a descontinuidade dos sistemas ecológicos, permitindo integrar em um quadro conceitual as perspectivas de equilíbrio, de múltiplo equilíbrio e de não-equilíbrio (WU; LOUCKS, 1995).

### 3.2A GÊNESE DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NOS DOMÍNIOS ONTOGENÉTICO E MICROGENÉTICO

A presente seção aborda dois domínios: o ontogenético e o microgenético. O domínio ontogenético é caracterizado na teoria dos perfis conceituais como representando a evolução conceitual na história de vida dos indivíduos (MORTIMER et al., 2014a; b; WERTSCH, 1985). O domínio microgenético envolve processos em torno do uso do conceito, em um determinado período de tempo, quando ocorre a emergência de novas significações por parte de um indivíduo, no contexto de situações de aprendizagem, de interações discursivas e/ou de expressão de ideias (MORTIMER et al., 2014a; b; WERTSCH, 1985).

Uma vez que os indivíduos apresentam diferentes modos de pensar e formas de falar, a depender do contexto em que estão (MORTIMER, 1995; 2000), um mesmo indivíduo pode apresentar mais do que uma significação para o conceito investigado em uma mesma situação de pesquisa, seja investigação em sala de aula, questionário ou ainda relato de uma referência da literatura de concepções alternativas. A heterogeneidade do pensamento verbal que um mesmo indivíduo apresenta pode ocorrer simplesmente em decorrência da mobilização dos diferentes modos de pensar e formas de falar com os quais já havia sido socializado e se apropriado ao longo da vida. Mas também pode se dar pela aprendizagem de novos modos de pensar e formas de falar, ou seja, pelo que chamamos de evolução do perfil conceitual (MORTIMER, 2000; SILVA, 2006).

Quando os diferentes modos de pensar e formas de falar são identificados sem relação com uma transição genética explícita, referem-se à ontogênese do conceito. Quando se identifica que um diferente modo de pensar e forma de falar emergem por meio de um processo instantâneo de aprendizagem, de modo que um indivíduo apresenta transformação qualitativa no pensamento conceitual, desdobrada de atos perceptuais e conceituais individuais, implicando na suposição de que uma nova significação do conceito passou do plano interpsicológico para o plano intrapsicológico do indivíduo, diz-se que se trata de uma microgênese. Os domínios ontogenético e microgenético têm em comum o fato de estarem relacionados à evolução do perfil conceitual dos indivíduos, justificando-se, assim, abordarmos os dois domínios em apenas uma seção.

Apresentaremos dados da literatura de concepções alternativas ao conceito de equilíbrio ecológico sem a intenção de esgotar uma revisão sobre o assunto. Selecionamos também um artigo que apresenta conhecimentos ecológicos tradicionais de uma comunidade de prática (EDEN; BEAR, 2011) e um que apresenta representações na mídia (LADLE; GILLSON, 2009), os quais contribuíram para ampliar a polissemia investigada e a heurística do perfil proposto de maneira oportuna porque se espera que o perfil seja útil para auxiliar no planejamento de ensino e em investigações sobre aprendizagem da Ciência da Ecologia no nível superior. Profissionais da área ambiental, normalmente, se deparam tanto com controvérsias e manifestações de ideias derivadas ou fomentadas pela mídia, quanto com comunidades de práticas ou comunidades tradicionais detentoras de conhecimentos ecológicos alternativos no contexto de trabalhos na área de gestão e manejo ambiental, bem como em sala de aula.

Também apresentaremos dados coletados por meio de questionários e por meio de gravações de interações discursivas em sala de aula. Outrossim, não pretendemos apresentar de forma exaustiva a análise dos dados coletados nessas duas fontes, tendo em vista que nosso objetivo é apresentar a polissemia do conceito, identificando os compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos estruturantes e subjacentes à significação do conceito de equilíbrio ecológico no contexto da compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas. As informações obtidas nas fontes mencionadas na presente seção serão abordadas de modo ainda a esboçar possíveis percursos na gênese do conceito de equilíbrio ecológico, no que se refere principalmente ao domínio ontogenético, buscando, além disso, identificar eventos microgenéticos em alguns trechos de interações discursivas e/ou de expressões de ideias nas respostas às questões abordadas.

As fontes sobre concepções alternativas em geral se referem ao conceito que é objeto de nossa análise através da denominação “equilíbrio da natureza”, em vez de “equilíbrio ecológico”. Por exemplo, a pesquisa de Sander, Jelemenská e Kattmann (2006) teve como foco as concepções de estudantes sobre termos e fenômenos ecológicos, enfatizando a compreensão sobre unidades ecológicas e “mudança e equilíbrio na natureza”<sup>29</sup>. O título do artigo de Ladle e Gillson (2009) pode ser traduzido como “O (Des)Equilíbrio da Natureza: uma percepção pública

---

<sup>29</sup> No texto original do autor: “balance-and-change in nature” (SANDER, 2006, p. 119).

defasada?”<sup>30</sup>. Eden e Bear (2011) analisam “modelos” de uma comunidade de prática sobre o “equilíbrio da natureza” no contexto da produção de sentidos sobre e manejo do meio ambiente<sup>31</sup>. Já Zimmerman e Cuddington (2007) tratam de definições de estudantes sobre o “equilíbrio da natureza” para explicar os “sistemas naturais”<sup>32</sup>, enquanto Hovardas e Kofiartis (2011) desenvolveram um trabalho preocupados com a tendência de a “metáfora do equilíbrio da natureza” produzir “concepções equivocadas” sobre a “estrutura e o funcionamento da natureza”<sup>33</sup>.

Aparentemente o termo “natureza” é utilizado por alguns autores como equivalente ao que chamamos de “sistemas ecológicos e socioecológicos”, tanto que Hovardas e Kofiartis (2011) salientam que é importante delinear intervenções educacionais adequadas sobre o conceito para a “compreensão das dinâmicas e da natureza sistêmica dos processos ecológicos” no contexto do ensino de ecologia e ciências ambientais. Observa-se também que, assim como nas fontes de história e filosofia da Ecologia, o termo “equilíbrio da natureza” é usualmente relacionado às concepções consideradas defasadas ou não-científicas. Assim, emerge de maneira destacada a discussão sobre o equilíbrio ecológico como atributo da própria natureza ou, como preferimos nos referir, dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

No levantamento que realizamos, foram encontrados estudos que propõem novos instrumentos metodológicos para o ensino de ecologia e ciências ambientais, considerando as concepções prévias de estudantes (HOVARDAS; KORFIATIS,

---

<sup>30</sup> No texto original dos autores: “The (im)balance of nature: a public perception time-lag?” (LADLE; GILLSON, 2009).

<sup>31</sup> No texto original, Eden e Bear (2011, p; 393) resumem o artigo deles da seguinte forma: “This paper studies how anglers in northern England invoke models of equilibrium and ‘the **balance of nature**’ in making sense of the water environments where they regularly fish, and how they use these models as norms or ideals when designing environmental management [...]” (negrito nosso). A tradução para todo o trecho pode ser: “Este artigo investiga como os pescadores no norte da Inglaterra invocam modelos do ‘**equilíbrio da natureza**’ para compreender os ambientes aquáticos, onde eles regularmente pescam, e como eles usam esses modelos como normas ou ideais ao pensar o manejo ambiental [...]”.

<sup>32</sup> No texto original, Zimmerman e Cuddington (2007, p. 393) afirmam: “The ‘**balance of nature**’ metaphor has been used to explain the functioning of **natural systems** [...]” (grifos nossos). A tradução para todo o trecho é: “A metáfora do ‘equilíbrio da natureza’ tem sido utilizada para explicar o funcionamento dos sistemas naturais [...]”.

<sup>33</sup> No texto original, Hovardas e Korfiatis (2011, p. 1039): “[...] the ‘Balance of Nature’ metaphor produces [...] learning misconceptions about the structure and function of nature”. A tradução para todo o trecho pode ser: “[...] a metáfora do ‘equilíbrio da natureza’ produz concepções equivocadas sobre a estrutura e o funcionamento da natureza”.

2011), e estudos que investigam as concepções alternativas de estudantes (SANDER; JELEMENSKÁ; KATTMANN 2006), em meio a representações na mídia (LADLE; GILLSON, 2009) e em comunidades de prática no contexto do manejo ambiental (EDEN; BEAR, 2011) ou através de revisão na literatura de concepções alternativas (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011).

Dispomos também de estudos que avaliam a evolução conceitual de estudantes de um curso de ecologia no contexto de uma graduação em ciência e as diferenças entre as definições atribuídas ao conceito por esses estudantes e por estudantes de humanidades (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007). Há, dentre os estudos citados, aqueles que são tipicamente do campo de “concepções alternativas” propriamente ditos (SANDER; JELEMENSKÁ; KATTMANN 2006; ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007), estudos que apresentam concepções alternativas através da revisão de outros estudos (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011) e estudos de outras linhas de pesquisa (LADLE; GILLSON, 2009; EDEN; BEAR, 2011).

Em geral, os autores dos estudos, analisados como sendo sobre concepções alternativas ao conceito de equilíbrio ecológico, levam em consideração que esse conceito tem sido utilizado para explicar a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos desde a Antiguidade, permanecendo na cultura popular durante toda a história da civilização ocidental (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007; HOVARDAS; KOFIARTIS, 2011). Além disso, ressaltam que o paradigma ou metáfora do equilíbrio ecológico tem sido, e continua a ser, influente na comunidade científica, apesar das contestações sobre a utilidade dessa metáfora para o avanço da ciência da ecologia e das ciências ambientais (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007).

A pesquisa relatada no artigo de Zimmerman e Cuddington (2007) fez parte de um projeto que tinha o objetivo de realizar um levantamento sobre a prevalência da ideia de que os sistemas naturais estariam em “equilíbrio” e avaliar o efeito desse pressuposto do “equilíbrio da natureza” na compreensão dos indivíduos sobre o funcionamento “real” dos sistemas ecológicos. Os participantes da pesquisa foram alunos de graduação que cursavam uma disciplina de introdução à ecologia em uma grande universidade do Meio-Oeste dos Estados Unidos. A maioria dos participantes estavam matriculados em graduações da área de ciências, destacadamente ciências



biológicas. Também participaram da pesquisa estudantes de psicologia para fins de comparação.

O artigo desses autores objetivou investigar mais especificamente: 1) se os estudantes universitários acreditam que a metáfora do “equilíbrio da natureza” se aplica aos sistemas ecológicos; 2) como os estudantes definem a expressão “equilíbrio da natureza”; 3) qual a causalidade que os estudantes atribuem para a existência de “equilíbrio da natureza”; 4) diferenças entre as descrições científicas e não-científicas sobre o assunto; e 5) qual a influência do ensino de ciência da ecologia sobre a concepção dos estudantes acerca do “equilíbrio da natureza” (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007).

Zimmerman e Cuddington (2007) avaliaram a crença dos estudantes no equilíbrio através de questões fechadas em que os participantes da pesquisa se posicionaram sobre as seguintes asserções:

(a) sistemas ecológicos [geralmente, às vezes, raramente] alcançam um equilíbrio na ausência de atividades humanas, como pesca, agricultura ou construção civil; (b) sistemas ecológicos [geralmente, às vezes, raramente] alcançam um equilíbrio na ausência de perturbações ambientais, tais como tornados, terremotos, inundações ou incêndios; e (c) quando os distúrbios ambientais ou atividades humanas cessam, os sistemas ecológicos [geralmente, às vezes, raramente] restabelecem um equilíbrio (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 397).

O padrão de respostas refletiu uma tendência a acreditar fortemente no “equilíbrio da natureza” mesmo após a instrução formal sobre a ciência da ecologia (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007). Para o escopo do nosso trabalho, mais importante do que a constatação da crença na existência de “equilíbrio na natureza”, é a identificação de compromissos ontológicos e epistemológicos subjacentes à crença. A crença na existência do equilíbrio como um fenômeno que geralmente ocorre nos sistemas ecológicos é, certamente, baseada numa perspectiva epistemológica realista sobre o conceito, ou seja, os participantes da pesquisa consideram que geralmente o conceito reflete a realidade em si e numa perspectiva ontológica em que o equilíbrio é tido como condição normal dos sistemas ecológicos.

Os resultados de nossas pesquisas empíricas também apontam para a existência da perspectiva realista sobre o conceito de equilíbrio ecológico como condição normal ou princípio organizador das dinâmicas dos sistemas ecológicos e

socioecológicos entre estudantes de pós-graduação e de graduação. Por exemplo, o estudante de pós-graduação da área de biodiversidade, E03, ao ser questionado se usaria o termo “equilíbrio ecológico” no debate a respeito do manejo de populações de recursos pesqueiros na questão 5A (APÊNDICE A), afirmou:

Sim, [usaria o termo equilíbrio ecológico], tanto na situação natural quanto após a sobrepesca, o significado é o mesmo aplicável na questão 3 (dos linces e lebres; [APÊNDICE A]), pois o equilíbrio ecológico, aqui, pode ser as proporções de predadores vs. presas (E03, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade).

A questão 3 (APÊNDICE A) trata das flutuações populacionais de predadores e presas em interação trófica, propondo comparar o modelo de Lotka-Volterra a um gráfico baseado em dados empíricos. O modelo de Lotka-Volterra representa, em um gráfico, as flutuações das densidades populacionais de uma população de predador e de uma população de presa. O gráfico é gerado a partir de uma equação que considera apenas a interação trófica entre ambas as populações como determinante para as flutuações, como se fosse um sistema fechado. O que se observa no modelo é um processo de equilibração que permite a coexistência entre as duas populações, na medida em que há sempre uma tendência da densidade de uma população se acomodar à densidade da outra.

O gráfico baseado em dados empíricos, por outro lado, demonstra que as flutuações entre populações de predadores (linces) e presas (lebres) não têm uma proporção exata, inclusive, às vezes invertendo o padrão, às vezes apresentando a tendência para a extinção de uma das duas populações. Entretanto, ao ser questionado sobre a compatibilidade dos gráficos e sobre as causas para os padrões observados, E03 disse:

Eu considero que os dois gráficos são compatíveis, pois ambos apresentam um padrão geral de que a densidade de predadores cresce/diminui de acordo com a do outro (E03, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade em resposta à questão 3A, APÊNDICE A).

As causas que levam ao padrão geral seriam disponibilidade de recursos, para o lince, e a taxa de predação, para a lebre, uma vez que quanto mais lebres existam, mais recurso alimentar existe para os linces, favorecendo o crescimento da população, e quanto maior a população de linces, maior será a taxa de predação das lebres, provocando um declínio na população de lebres (E03, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade em resposta à questão 3B, APÊNDICE A).

E03 não considera haver diferença entre os gráficos e parece considerar a interação trófica entre lebres e lincos como sendo também um sistema fechado em estado de equilíbrio. Ou seja, o modelo de Lotka-Volterra é generalizado por E03 como uma representação fiel do que realmente ocorre na realidade, em vez de um modelo simplificado da realidade.

Depois, E03 generaliza novamente, aplicando o modelo em uma situação qualitativamente diferente, em que, além das populações de presas e predadores, há a intervenção humana, tanto como mais um predador, quanto como um gestor ambiental. Claramente, E03 apresenta uma perspectiva epistemológica realista sobre o conceito de equilíbrio ecológico, o qual o compreende ontologicamente como tendo um padrão estável e sendo condição normal da dinâmica dos sistemas ecológicos analisados, assim como o modelo de Lotka-Volterra.

Através de um cenário que propôs ao respondente a comparar um gráfico que representa o modelo de Lotka-Volterra com um que projeta as flutuações populacionais reais de populações de predadores (lincos) e presas (lebres), no contexto de nossa pesquisa empírica, perguntou-se sobre a compatibilidade entre os dois gráficos (APÊNDICE A, questão 3A). No entanto, alguns estudantes responderam por um caminho distinto, o qual nos permitiu inferir a existência de um compromisso instrumentalista sobre o uso do conceito entre pós-graduandos das áreas de engenharia e biodiversidade, embora tenha sido menos recorrente a identificação desse compromisso do que do compromisso realista. Um bom exemplo do compromisso instrumentalista está subjacente à resposta de A03 que afirmou que “O 1º gráfico apresenta uma situação perfeita entre o equilíbrio de presa/predador. O 2º mostra a situação real”. Infere-se que A03 assumiu que a situação “perfeita”, se ao referir sobre o modelo ideal do equilíbrio entre as populações de presas e predadores do modelo de Lotka-Volterra, não representa com total acurácia as flutuações populacionais de populações reais.

Uma possível consequência de não se considerar modelos e teorias como representações plenamente fidedignas da realidade, é que se tende a reconhecer que a previsibilidade sobre os sistemas a que o modelo se refere é limitada. Existem diversos modelos e teorias em ecologia que cumprem funções preditivas. Um desses modelos é o de Lotka-Volterra e uma teoria muito popular e enraizada no ensino da ciência da ecologia no nível da educação básica é a da sucessão ecológica.

Esses modelos, recorrentes na linguagem da ciência escolar, embora válidos para a ciência da ecologia em determinados contextos, podem favorecer a emergência de compromissos que consideram o equilíbrio uma propriedade real dos ecossistemas. Por outro lado, ao se questionar a generalidade dos modelos, bem como a natureza dos modelos em ciências, podem também ser úteis para proporcionar a emergência de um compromisso epistemológico instrumentalista. Assim, um modelo de perfil sobre o conceito de equilíbrio ecológico, associado ao ensino baseado na história e filosofia da ciência, pode ser uma rota de aprendizagem sobre o conceito de equilíbrio que não reitere a compreensão realista sobre o conceito de equilíbrio.

A estudante E01, de um curso da área de biodiversidade, apresentou compromisso que relativiza a previsibilidade da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos, ao ser questionada sobre a previsibilidade da recuperação de uma floresta, sustentando, portanto, uma perspectiva sobre o equilíbrio como tendo uma previsibilidade não-determinística, ou seja, que não pode ser inferido de maneira exata, apenas probabilística:

É possível fazer algumas predições, levando em consideração as áreas não perturbadas do entorno. Assim, saberíamos quais plantas e animais apareceriam primeiro, quais viriam em seguida.

Porém não é possível determinar, de antemão, qual seria o resultado final (E01, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade).

A interpretação dos gráficos pelos participantes da pesquisa foi bastante frutífera para investigar os compromissos sobre o padrão do equilíbrio ecológico que emergiram ao discutir os cenários. O gráfico de Lotka-Volterra representa um padrão em que o equilíbrio é estável dinâmico. A depender de outros compromissos que os participantes da pesquisa apresentaram, a exemplo do status epistemológico atribuído ao conceito, tendem a considerar o padrão do gráfico baseado diretamente em evidências empíricas também como sendo estável dinâmico ou não. Por exemplo, A09 afirmou sobre os gráficos em questão:

Compatíveis. Ambos [os gráficos] demonstram as alterações dos predomínios de predadores e presas ao longo dos anos, demonstrando que há um equilíbrio mesmo no desequilíbrio. Isto é, quando o número de um diminui, o outro diminui gradativamente até o aumento sequencial de ambos. As alterações do número não modificam ou desequilibram o sistema

(A09, estudante de pós-graduação da área de engenharia; APÊNDICE A, questão 3A).

O que A09 chama de desequilíbrio, provavelmente são as oscilações, assumindo que o equilíbrio não é estático, mas sim com mudanças sequenciais, à maneira do que normalmente é denominado de equilíbrio dinâmico. Na nossa pesquisa empírica identificamos poucos discursos que permitiram inferir a pressuposição de um padrão de equilíbrio estável estático. Uma das exceções foi E08 que, ao ser instado a avaliar uma citação sobre equilíbrio ecológico, em que se supunha a existência de populações e relações constantes (APÊNDICE A, questão 6), afirmou que “A citação tem sentido no que se refere à constância das populações e na dinâmica entre ecossistemas”.

A perspectiva realista sobre o conceito, tratado por Zimmerman e Cuddington (2007) como crença, foi inferida por esses autores a partir de problemáticas relacionadas à compreensão da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Intervenções antrópicas e distúrbios ambientais, como tornados, terremotos, inundações ou incêndios, são fatores causais para mudanças nos sistemas ecológicos. Zimmerman e Cuddington (2007) concluíram que há uma forte crença no equilíbrio ecológico porque as respostas mais recorrentes foram as que afirmaram que sistemas ecológicos “geralmente” alcançam um equilíbrio na ausência ou depois da cessão de perturbações antrópicas ou ambientais.

Assim, as perturbações ambientais e os seres humanos não são considerados como fatores determinantes para o equilíbrio, mas fenômenos vistos como apartados do sistema ecológico, cuja tendência de desenvolvimento é em direção ao equilíbrio na ausência das perturbações. Cumpre notar que esse pressuposto também parece implícito no raciocínio de E03.

Não considerar o fator antrópico e distúrbios contingentes como determinantes das dinâmicas padrões dos sistemas ecológicos e socioecológicos tem certamente uma relação direta com considerar esses sistemas como sendo fechados, de modo que apenas fatores intrínsecos são levados em conta para inferir a condição de equilíbrio. Em nossos dados empíricos também encontramos evidências para compromissos que trazem como causa necessária para a existência do equilíbrio ecológico a exclusão dos seres humanos e dos fenômenos contingentes.

No caso do estudante de engenharia, A04, ao responder se um sistema socioecológico poderia apresentar estados estáveis ou quasi-estáveis múltiplos na ausência do ser humano (APÊNDICE A, questão 4D), condicionou o alcance teleológico do equilíbrio – porque afirma como certo – à ausência de interferências antrópicas e a uma causalidade antropomórfica ou organicista / homeostática<sup>34</sup> – ao dizer que “a natureza é viva”. Vejamos:

Não. Estudos comprovam que a simples não intervenção humana no ambiente faz com que ela retorne a ser floresta e alcance o equilíbrio. A natureza é viva (A04, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

Recorrer à metáfora da “natureza viva” pode implicar em considerar o sistema ecológico fechado, restrito a determinações moduladas por fatores intrínsecos, o que leva a exclusão dos fatores extrínsecos como determinantes do padrão de equilíbrio. Não necessariamente, quando esses compromissos emergem, implica na suposição de que não haverá interferências antrópicas, eventos contingentes ou inesperados, incidência de fenômenos com padrões caóticos ou estocásticos de ordem física, como fatores climatológicos, geológicos e até mesmo astronômicos ou, simplesmente, a influência dos regimes de cheia de rios e queimadas espontâneas em ecossistemas de savana podem ser supostos como eventos que não apresentam poder causal determinante para o equilíbrio padrão do sistema.

Portanto, o compromisso em questão é o pressuposto de que os fatores extrínsecos não devem ser considerados como determinantes para a configuração do equilíbrio ecológico e que o equilíbrio tende a ser alcançado teleologicamente após a cessão do distúrbio. Na resposta à questão que trata da possibilidade de um estado da vegetação, que pode ser considerado supostamente em equilíbrio, ocupar

---

<sup>34</sup> Consideramos a recorrência ao antropomorfismo e ao organicismo como podendo dar origem a duas explicações distintas sobre a causalidade do equilíbrio nos sistemas ecológicos e socioecológicos. O antropomorfismo pressupõe a existência de intencionalidade dos sistemas para alcançar e manter o equilíbrio, como que tendo consciência, de modo que consideramos que expressa o mesmo compromisso epistemológico que advoga a interferência divina para tanto, o que chamamos de ajuste providencial. Entretanto, é importante ressaltar que o ajuste providencial, de acordo com as inferências que estamos fazendo, assim como em Sepulveda (2010), não demanda necessariamente intervenção divina, abarcando também explicações que denotam uma teleologia imanente dos sistemas, nos sentido de os sistemas terem uma capacidade inconsciente de se adequarem a um dado fim predeterminado de modo sobrenatural. O organicismo, por outro, lado representa o comportamento do sistema como sendo semelhante ao de um organismo vivo, com autorregulação homeostática e desprovido de consciência, de modo que consideramos um mecanismo que busca uma explicação baseado numa causalidade material, o que é significativamente diferente de um ajuste consciente antropomórfico ou providencial. Nessa citação, no entanto, não temos elementos suficientes para distinguir entre um e outro.

homogeneamente toda uma área (APÊNDICE A, questão D), A08 evidencia para nós os compromissos que apontamos no presente parágrafo, segundo os quais se admite a interferência antrópica apenas para reduzir os efeitos das perturbações ou de seus próprios efeitos:

Caso identificado um estado típico ou ideal, ela [a floresta] poderia ocupar toda a área, desde que as possíveis interferências tenham sido eliminadas, assim como a promoção de ações para mitigação, remediação e compensação dos impactos ambientais provocados pelo homem para que o estado típico retorne à sua condição original (A08, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

Zimmerman e Cuddington (2007) indagaram através de uma questão aberta como os estudantes definem o “equilíbrio da natureza”. Os autores analisaram as respostas por meio de uma categorização dedutiva, obtendo as seguintes categorias: “regulação ou controle populacional”; “interações interespecíficas”; “disponibilidade ou falta de recursos”; “equilíbrio”; “ausência de distúrbios”; “ausência de extinções”; “estabilidade”; “flutuações”; “homeostases”; “ciclo ou cadeia alimentar”; “constância”; “comunidade clímax”; “harmonia” e “cooperação para sobrevivência”. Também criaram uma categoria “outros” para enquadrar as respostas para as quais não inferiram categoria específica alguma ou as respostas que foram consideradas demasiadamente vagas para serem categorizadas.

A frequência das categorias nas respostas foi bem diferente entre os dois grupos de estudantes que participaram da pesquisa de Zimmerman e Cuddington (2007). Por exemplo, a resposta mais frequente entre os estudantes que não eram de cursos de ciências foram categorizadas na categoria “outro”, enquanto entre os estudantes de ciências foi, antes das aulas de ecologia, “regulação ou controle populacional” e, depois das aulas de ecologia, “ausência de distúrbios” (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007).

O padrão geral de respostas dos estudantes que não frequentavam cursos de ciências demonstrou que uma crença comum é que a natureza trabalha para manter uma população adequada de predadores e presas, cujos membros “graciosamente” cooperam para garantir que cada espécie seja capaz de sobreviver. Implica supor que o “equilíbrio da natureza” existe em consonância com os pressupostos da harmonia e da estabilidade e de que o processo de equilíbrio é inferido ou mantido

principalmente a partir de interações entre espécies (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007).

Portanto, a compreensão do “equilíbrio” é estruturada a partir de um compromisso axiológico com a ideia de harmonia, de um compromisso ontológico que caracteriza o equilíbrio através de flutuações estáveis ou mesmo inexistentes, e de um compromisso epistemológico que explica a causalidade para o equilíbrio a partir de uma autorregulação em que os seres vivos são fatores determinantes ou fundamentais. Isso é bem ilustrado pela seguinte definição de um estudante, participante da pesquisa de Zimmerman e Cuddington (2007):

“Um 'equilíbrio da natureza' é quando tudo na natureza está em ordem. Haveria a população certa de cada espécie e o "ciclo da vida" seria constante (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 388, tradução nossa)<sup>35</sup>”.

Em nossa pesquisa empírica também encontramos discursos que denotam o compromisso axiológico da harmonia, como no caso da resposta de A08, estudante de pós-graduação em engenharia, ao discutir a definição do equilíbrio ecológico (APÊNDICE A, questão 6):

Na natureza deve haver o equilíbrio entre as espécies para que não haja supremacia de uma espécie em detrimento de outra, podendo-se provocar desequilíbrio no uso dos recursos naturais como fonte de alimento ou a própria disputa entre os espaços considerados como *habitats* (A08, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

A ideia de harmonia, que está subjacente na fala de A08, implica também na existência de uma ordem benevolente, em que todos os seres vivos são beneficiados pelo equilíbrio, de modo que podem viver juntos e perpetuar suas populações em um ambiente que, supostamente, dispõe de todas as condições para a sobrevivência.

Zimmerman e Cuddington (2007) relatam que poucos estudantes mencionaram “populações” após o ensino de ecologia, embora muitos tenham definido o “equilíbrio”, caracterizando-o como um “estado estável”, no qual estão implícitas, de modo recorrente, dinâmicas populacionais. Também houve um declínio pós-instrucional das menções à “disponibilidade ou falta de recursos” e

---

<sup>35</sup> “A ‘balance of nature’ is when everything in nature is in order. There would be the right population of each species and the ‘circle of life’ would be constant (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 388).”



referências vagas às interações bióticas-abióticas passaram a ser mais comuns. Entretanto, os estudantes continuaram se referindo pouco às perturbações, após as aulas, apesar de se esperar que em cursos de ecologia, em geral, seja abordada a ideia de que o tempo e o clima estão constantemente mudando, uma vez que as perturbações são um componente de qualquer ecossistema.

Sendo assim, Zimmerman e Cuddington (2007) concluíram que o ensino de ecologia levou a uma sofisticação do vocabulário, mas não ao sucesso do objetivo do ensino, uma vez que apenas um estudante passou a questionar a validade da “metáfora do equilíbrio da natureza”, o qual afirmou: “[...] poderá nunca haver um 'equilíbrio na natureza'. Sempre há perturbações, flutuações que impedem que isso aconteça” (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 399, tradução nossa)<sup>36</sup>. Um exemplo ilustrativo da mudança de vocabulário sem implicar em negociação ou mudança de compromissos é o do estudante que, como podemos interpretar da resposta abaixo, antes das aulas do curso, significava equilíbrio da natureza a partir da crença na harmonia, em dinâmicas estáveis e na autorregulação protagonizada pela interação entre as espécies biológicas:

[O equilíbrio da natureza] É quando um ambiente é capaz de manter certas espécies vivas... Os ciclos de vida e morte entre as espécies no ambiente coexistem de forma que um grupo dependa do outro para sobreviver (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 399-400, tradução nossa).<sup>37</sup>

Esse mesmo estudante, no fim do curso introdutório de ecologia, expressou a seguinte interpretação acerca do equilíbrio na natureza:

O [equilíbrio da natureza] é quando o ambiente está em um estado estável. Isso ocorre através de ciclos como da água, do nitrogênio e através de um equilíbrio na cadeia alimentar entre as espécies. Não há duas espécies que possam ocupar o mesmo nicho e, caso isso aconteça, uma espécie será extinta, perturbando o equilíbrio. O equilíbrio pode ser interrompido pela extinção ou introdução de novas espécies em uma área. A área atinge uma homeostase baseada nas necessidades das espécies presentes (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 400, tradução nossa).<sup>38</sup>

---

<sup>36</sup> “[...] there can never be a ‘balance in nature.’ There is always disturbance, fluctuations that prevent it from happening (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 399).”

<sup>37</sup> “The [BON] is when an environment is capable of keeping certain species alive ... The life and death cycles between the species in the environment coexist in a way that one group depends on the other for survival (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 399-400).”

<sup>38</sup> “The [BON] is when the environment is in a state of equilibrium. This occurs through cycles such as water, nitrogen and through a balance in the food chain among species. No two species can occupy the same niche and in the event that this occurs one species will go extinct disrupting the balance.

Observa-se que o estudante citado por Zimmerman e Cuddington (2007) mantém os mesmos compromissos da resposta prévia ao ensino de ecologia, embora tenha adotado terminologias normalmente consideradas científicas, tais como “estado estável”, “nicho”, “homeostase”. Além disso, expressou também o que pode ser um pensamento teleológico, quando afirmou que “[...] a área atinge uma homeostase baseada nas necessidades das espécies”. Essa afirmação sugere uma pressuposição da existência de um propósito ou finalidade (telos) no sentido do desenvolvimento das dinâmicas ecológicas e socioecológicas.

Através de nossa pesquisa empírica, obtivemos diversas afirmações que convergem com um modo de pensar que pressupõe a existência de transformações nos sistemas ecológicos e socioecológicos, em vez do equilíbrio como condição normal da dinâmica dos sistemas. Numa questão em que foi proposto refletir sobre as possibilidades de recuperação de uma floresta tropical após a passagem de um furacão devastador, perguntou-se se a floresta poderia passar por alguma mudança, caso não ocorresse o furacão, nem outro tipo de distúrbio por muito tempo (APÊNDICE A, Questão 2D). O estudante A07, de um curso de pós-graduação da área de engenharia, respondeu: “Sim. Faz parte do processo natural dos ecossistemas, principalmente em função da adaptação às mudanças climáticas”. A07, portanto, supõe que é “natural” para as florestas passarem por mudanças de estado, devido, principalmente, às mudanças climáticas, às quais A07 não atribui necessariamente causa antrópica e podem ser consideradas extrínsecas ao sistema florestal, sendo visto por A07, provavelmente como um sistema aberto.

Um exemplo que apresenta perspectiva semelhante a de A07 é a resposta da estudante de pós-graduação da área de biodiversidade, E05, para a questão 6 (APÊNDICE A), a respeito da definição do conceito de “equilíbrio da natureza”:

Considero que o uso do termo equilíbrio para se referir a sistemas naturais do ponto de vista ecológico poderia ser alterado justamente pelo caráter das dinâmicas dos processos ecológicos no tempo e no espaço. Os sistemas ecológicos tendem a variar naturalmente independente de interferências antrópicas (não descartando o peso das mesmas como agente potencializador de alterações desses sistemas), logo, discordo da existência de um sistema ecologicamente equilibrado, mesmo caracterizando esse equilíbrio como dinâmico. Creio que seria mais adequado adotar termos que

---

The balance can be disrupted by extinction or introduction of new species into an area. The area reaches a homeostasis based on the needs of the species present (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 399).”

enfatassem [...] características que tornam os sistemas ecológicos mais resilientes (E05, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade).

O discurso de E05 é bastante rico em detalhes sobre a compreensão dela a respeito da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Ela inicia propondo substituir o termo “equilíbrio” por outro termo, provavelmente por não considerar adequado para a ciência da ecologia justamente o modo de pensar sobre o conceito que se relaciona ao que alguns autores chamam de metáfora do equilíbrio (ex.: ZIMMERNAN; CUDDINGTON, 2007) ou paradigma do equilíbrio (ex.: PICKETT; KOLASA; JONES, 2007). E05 discorda do uso do termo equilíbrio para caracterizar os “sistemas naturais”. No final da resposta, por sua vez, trata da caracterização do equilíbrio em si, criticando o uso do termo, mesmo quando é adjetivado de dinâmico e propondo adotar algum termo que enfatizasse a resiliência dos sistemas ecológicos.

Ao tentar explicar as dinâmicas, E05, fala do caráter destas e remete a “processos”, no plural, no espaço e no tempo, o que implica em supor que leva em conta a interação de processos entre diversas escalas aninhadas, o que vem a ser uma compreensão sobre mecanismos causais que converge com os pressupostos contemporâneos da ciência da ecologia que trazem o compromisso com uma causalidade panárquica (WU; LOUCKS, 1995). E05 pontua ainda que as variações são determinadas por fatores que ocorrem “naturalmente”, ou seja, não necessariamente por causas antrópicas, embora não exclua o fator antrópico como modelador dos sistemas ecológicos.

Em nossos dados empíricos foi bastante recorrente considerar o equilíbrio como condição normal dos sistemas ecológicos, quando os seres humanos são vistos apenas como geradores de desequilíbrios, em vez de parte do sistema. Inversamente, a perspectiva de que os seres humanos exercem ou podem exercer uma co-ação integrada na modulação dos sistemas ecológicos, constituindo-os como sistemas socioecológicos, é um compromisso axiológico que pode auxiliar a estruturar um modo de pensar que compreenda o equilíbrio como um fenômeno transiente. E05 afirma somente que as interferências antrópicas são potencializadoras de alterações que ocorrem naturalmente.

Mas tivemos outras falas que foram mais explícitas quanto ao compromisso que identificamos, como a fala do estudante de pós-graduação da área de biodiversidade, refletindo sobre diferentes propostas para o manejo de recursos

pesqueiros, mais precisamente de bacalhaus e lagostas, em um cenário em que a população de bacalhaus declinava drasticamente, ao passo que a população de lagostas aumentava, conferindo mais lucros aos pescadores (APÊNDICE A, questão 5B). Então E08 considerou o ser humano como parte integrante do sistema ecológico e fator causal para um possível equilíbrio socioecológico, apontando para a possibilidade de não restaurar a população de lagostas:

A aplicação de cada proposta iria resultar em fatos distintos no local onde há sobrepesca de bacalhau, a população de lagostas irá aumentar e conseqüentemente as mesmas serão pescadas e consumidas pelos humanos. Neste caso, os humanos atuam como “mecanismo regulador” das populações de lagostas (E08, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade).

Cabe destacar ainda, na resposta de E05, a menção ao caráter das dinâmicas dos processos ecológicos no tempo e no espaço, que variam naturalmente, independente das interferências antrópicas. Quando E05 caracteriza o equilíbrio, evidentemente ela não apresenta um compromisso ontológico que pressupõe a estabilidade estática ou dinâmica. O compromisso que identificamos na pesquisa empírica, relacionado ao padrão do comportamento do equilíbrio ecológico e socioecológico, diferente dos compromissos com a ideia de estabilidade estática e de estabilidade dinâmica, foi o que denominamos como compromisso com a ideia de padrão quasi-estável.

O compromisso com a ideia de padrão instável, identificado nas fontes da história e filosofia da ecologia (ex.: SIMBERLOFF, 1980), não emergiu na pesquisa empírica, o que nos sugere que esse compromisso pode ser mais restrito a modos de pensar da comunidade científica. Um exemplo do compromisso com a ideia de padrões quasi-estáveis emergiu quando se questionou sobre a possibilidade de múltiplos estados estáveis coexistirem simultaneamente em um mesmo sistema socioecológico (APÊNDICE A, questão 4D). A05 respondeu da seguinte forma:

Os estados não ocorrem de forma isolada, até mesmo porque cada espécie tem o seu próprio tempo de evolução. Eles coexistem pela heterogeneidade do ambiente e porque cada um dos estados está se transformando em direção a outro estado temporário (A05, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

O discurso de A05 também traz uma percepção que é importante para a compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas da ciência da ecologia

contemporânea. Trata-se da percepção de que a causalidade para os estados de equilíbrio transiente se dá pela interação de fatores causais em diferentes escalas espaciais e temporais aninhadas – i.e., a escala temporal maior da evolução biológica e a menor das mudanças ambientais, a escala espacial menor de um determinado estado isolado e a maior do ambiente heterogêneo –, o que configura um compromisso com o mecanismo causal que convencionamos por denominar de panárquico, inspirado na teoria de Gunderson e Holling (2002).

Esse compromisso relaciona-se diretamente com o compromisso de que tanto fatores intrínsecos quanto extrínsecos são determinantes para a dinâmica padrão do equilíbrio ecológico, uma vez que necessariamente a assunção da panarquia depende de assumir também que os sistemas ecológicos são abertos e suscetíveis à distúrbios de origem externa.

Os compromissos ontológicos relacionados ao padrão do equilíbrio ecológico e socioecológico podem se confundir com compromissos epistemológicos relacionados ao sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos, no que diz respeito ao alcance ou não do equilíbrio e, por conseguinte, a determinado padrão de equilíbrio. Uma perspectiva teleológica tende a afirmar o alcance de padrões estáveis, uma vez que os padrões estáveis representariam justamente o *telos* de um estado de equilíbrio único e pré-determinado, seja ele estável ou dinâmico.

A pressuposição de que não existe qualquer tendência de desenvolvimento dos sistemas para o equilíbrio tende a sustentar um compromisso com a ideia de que os sistemas ecológicos e socioecológicos apresentam um padrão instável, caracterizado por ter dinâmicas de não-equilíbrio. Poucos estudantes que participaram da pesquisa apresentaram esse compromisso, um deles foi E07, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade, ao declarar que “não usaria jamais o termo ‘equilíbrio ecológico’” em um debate sobre manejo pesqueiro (APÊNDICE A, questão 5A), justificando: “Não existe equilíbrio ecológico a ser alcançado”.

A quasi-estabilidade, por sua vez, não supõe a existência de um equilíbrio único, mas múltiplo, e sequer pressupõe que a dinâmica do sistema alcance necessariamente algum estado de equilíbrio. A quasi-estabilidade descreve o comportamento dos estados de equilíbrio como transientes e normalmente oscilando próximos dos pontos de equilíbrios (*near-equilibrium*), que no caso é um modelo ou

medida de tendência central. Questionado se algum estado típico ou ideal, i.e., em equilíbrio, poderia de alguma forma ocupar toda a área de uma floresta (APÊNDICE A, questão 1A), E08 respondeu de uma maneira que interpretamos estar sustentado pelo compromisso com a ideia de quasi-estabilidade:

Não [o estado típico ou ideal de uma floresta não tende a ocupar toda a área de uma floresta]. Há inúmeras variáveis que podem exercer influência na ocupação e não ocupação deste estado típico através do espaço. As áreas que poderiam ser ocupadas podem já estar ocupadas por outras populações ou o solo pode encontrar-se inviável para ocupação. O estado típico pode existir, mas com o passar do tempo estado típico pode ser diferente já que o ambiente está constantemente mudando (E08, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade).

E08 descarta a possibilidade de o estado típico ideal ou ideal, usualmente considerado como o modelo para o estado de equilíbrio, ocupar toda uma área de floresta. As justificativas para tanto são três: 1) competição com espécies pré-existentes nas áreas não colonizadas pelas espécies que compõem o estado considerado ideal; 2) diferenças nas condições do solo e 3) a tendência natural de ocorrerem mudanças nos sistemas ecológicos. A primeira e segunda justificativas remetem a uma pluralidade de fatores causais e a uma concepção sobre os sistemas ecológicos e socioecológicos em que são necessariamente descontínuos. Da terceira justificativa depreende-se um compromisso ontológico que atribui uma condição de estados transientes ao sistema. Pode-se inferir, do conjunto dessas justificativas, um compromisso com a quasi-estabilidade uma vez que, caso se conceba que a floresta se transforma no tempo e varia no espaço, então, possivelmente, concebe-se que ela oscila entre diferentes estados estáveis.

O terceiro questionamento de Zimmerman e Cuddington (2007) foi sobre as causas para o “equilíbrio da natureza”. Os autores classificaram as respostas em duas categorias gerais: mecanísticas e não-mecanísticas. A categoria “mecanística” inclui respostas que fazem referência a processos físicos e biológicos que são considerados determinantes para as dinâmicas de equilíbrio. O apelo para a “natureza” – ou “mãe natureza” – foi considerado circular e, portanto, não-mecanístico (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007).

Identificamos o apelo à mãe natureza, ou qualquer outra justificativa para a existência do equilíbrio ecológico que atribua intencionalidade da “natureza” ou providência sobrenatural, com sendo a fonte para o equilíbrio, como um

compromisso epistemológico com a ideia de ajuste providencial como causa para o equilíbrio. Neste caso, não se trata de uma causalidade material porque aparentemente explicações desse tipo não buscam explicar causas material para o fenômeno, como foi o caso de B02, da turma de bacharelado em ciências biológicas, onde realizamos provocações de interações discursivas. Ao tentar conceituar o equilíbrio ecológico, B02 afirmou:

Equilíbrio ecológico para mim ainda é uma grande / dúvida / porque eu não sei o que é equilíbrio / (++) / e / porque é isso / a natureza sabe [sorrisos de B02 e da turma] / (+) / só ela pra saber o que é equilibrado [sorrisos continuam] / (+) / o que tá equilibrado / (+) / e também / equilíbrio / (+) / sei lá (B02, estudante de bacharelado em Ciências Biológicas).

As explicações que recorreram a "ausência de perturbação" também foram classificadas como explicações não-mecanísticas, devido à implicação de que o equilíbrio é inerente ao sistema sob condições constantes, e não há um processo específico mencionado. Os distúrbios podem ser considerados um fator causal extrínseco aos sistemas. Quando se diz que a existência do equilíbrio depende da ausência de distúrbios, não há, de fato, um discurso sobre mecanismo causal, mas um compromisso com a ideia de que apenas fatores intrínsecos são suficientes para explicar as dinâmicas padrões dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

Uma descoberta interessante de Zimmerman e Cuddington (2007) foi que os alunos descreveram tanto o "equilíbrio da natureza" quanto sua causa de maneiras muito semelhantes. Os estudantes representaram a definição de um modo que Zimmerman e Cuddington (2007) consideraram essencialmente vazia e circular ao interpretarem o "equilíbrio da natureza" tanto como sinônimo da natureza, i.e., a condição normal da natureza em si, ou como uma simplificação de como os sistemas naturais normalmente funcionam, i.e., como princípio de funcionamento ou princípio organizador das dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos. É possível supor, a partir disso, que há um compromisso ontológico com a ideia de que a natureza do equilíbrio, como atributo dos sistemas ecológicos e socioecológicos, é tautologicamente tanto condição normal (entidade) quanto princípio organizador (processo).

Pode-se dizer que as explicações não-mecanísticas, com efeito, não abordam a problemática da causalidade material das dinâmicas ecológicas e socioecológicas ou não supõem a existência de um mecanismo causal desse tipo. Sepulveda (2010)

discutiu que um passo fundamental para o ensino de conceitos científicos é justamente apresentar a problemática que o conceito aborda, no sentido de compreender o fenômeno natural ao qual o conceito se relaciona ou mesmo denomina. Este pode ser também o caso do equilíbrio ecológico, porque os alunos podem vir para a sala de aula de biologia ou ecologia (em qualquer nível de instrução) com a crença de que certos processos ecológicos “simplesmente acontecem” ou que acontecem “naturalmente”, sem causalidade a ser compreendida (WOOD-ROBINSON, 1995).

Tanto nas pesquisas em sala de aula, quanto na realizada através da aplicação de questionários, encontramos explicações que podem ser consideradas mecanísticas, bem como não mecanísticas. Contudo, raramente os estudantes apresentam uma explicação estruturada a ponto de indicar um mecanismo causal, propriamente dito, apenas fatores causais. Os fatores causais não são articulados em conjuntos de entidades e processos, cuja descrição visa explicar o funcionamento dos sistemas, incluindo normalmente finalidades preditivas, o que seria mais condizente com uma compreensão sobre mecanismos causais conforme Solar, Marone e Casenave (2014).

Normalmente, o que ocorre é uma enumeração de fatores ou o apelo a sucessão ecológica. Embora a teoria da sucessão ecológica tenha uma finalidade preditiva, entendemos que a simples menção da mesma, ou o de expressões ou palavras que tenham um modo de falar próprio dessa teoria, sem a representação de um mecanismo estruturado, como, por exemplo, definem Solar, Marone e Casenave (2014), não é suficiente para inferirmos que os indivíduos tenham uma compreensão sobre mecanismos causais da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos. A resposta da estudante A09, de uma pós-graduação na área de engenharia, ao questionamento do que gera variação espacial em uma floresta (APÊNDICE A, questão 1A), é um bom exemplo de uma explicação mecanística sem um discurso que apresente um mecanismo causal, tendo em vista que A09 recorre ao fator antrópico como exemplo de fonte de perturbação, e à dinâmica intrínseca da floresta, sendo a sucessão ecológica corolário dessa dinâmica. Vejamos:

Os pontos brancos, representados pela primeira figura da coluna esquerda, demonstra o estado mais degradado da vegetação, no qual pode-se observar uma modificação na estrutura de desproteção das espécies mais baixas (rasteiras). Esses pontos podem ser gerados pela degradação humana ou desequilíbrio ecológico, representando os 'bolsões de



desmatamento'. Enquanto as outras cores demonstram as sucessões de equilíbrio florestal, que é o desenvolvimento da floresta, adaptada ao ambiente, até o clímax (A09, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

Além disso, as respostas não-mecanísticas foram eventualmente acompanhadas de uma descrição do "equilíbrio da natureza" como, simultaneamente, "delicado" e "robusto" (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007). Logo, existe um potencial para o raciocínio circular: se os sistemas ecológicos e socioecológicos estão como "deveriam", então o sistema está em equilíbrio; se não, o equilíbrio foi interrompido, mas tenderá a ser restaurado naturalmente (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007).

Assim, identificamos uma axiologia paradoxal na significação do conceito de equilíbrio, assim como nas ideologias de Lineu de alerta e legitimação da ação dos seres humanos sobre a natureza (ACOT, 1990). A "ideologia de alerta" adverte para a possibilidade de ruptura do equilíbrio ecológico pela ação humana, por ser "delicado", alertando também implicitamente para a subordinação da própria sociedade humana ante o sistema ecológico. A "ideologia de legitimação", por sua vez, legitima a ação humana sobre o meio ambiente, considerando o ser humano como separado e superior à natureza, que serve às necessidades humanas e pode ser explorada livremente, inclusive, por ter um equilíbrio "robusto".

No entanto, os questionamentos feitos a partir dos cenários que elaboramos sobre dinâmicas ecológicas e socioecológicas propiciou a identificação do compromisso que pressupõe a separação do ser humano em relação aos sistemas ecológicos com uma denotação que implica considerar os seres humanos como entidades extrínsecas ao sistema ecológico e, não raro, como principal fator causal para a ocorrência de perturbações que causam distúrbios ou mesmo perda do equilíbrio ecológico.

Por exemplo, ao ser perguntada o que causa a variação espacial em uma floresta (APÊNDICE A, questão 1A), a estudante de pós-graduação da área de engenharia, A02, foi sucinta: "O desmatamento florestal causado pelo homem". Subjacente a isso, A02 considera que o estágio considerado clímax deveria estar distribuído de forma contínua no espaço físico, a menos que ocorressem distúrbios. E a única fonte de distúrbio que ela aponta é o antrópico, como podemos ver na

resposta dela sobre a possibilidade de o estágio clímax ocupar toda uma área de forma homogênea (APÊNDICE A, questão 1D):

Sim, [o estágio clímax] poderia [ocupar toda uma área homogênea], desde que houvesse o processo de regeneração e concomitante a isso, o processo de parada do desmatamento antrópico (A02, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

Outros estudantes responderam de modo distinto a este mesmo cenário e questão fazendo emergir outro compromisso ontológico sobre a manifestação espacial do equilíbrio, mais precisamente a pressuposição de que o equilíbrio ecológico se manifesta de modo descontínuo, apresentando diversos estados estáveis em uma mesma área. A03, também estudante de pós-graduação da área de engenharia, nesse sentido, por exemplo, afirmou:

Difícilmente [o estágio clímax ocuparia toda uma área florestal]. A própria dinâmica da floresta não permite que seja homogênea: maior ou menor disponibilidade de nutrientes no solo, condições de maior ou menor quantidade de chuva em períodos cruciais no crescimento das plantas, são alguns aspectos que não permitem atingir essa homogeneidade (A03, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

Com o objetivo de propor uma intervenção pedagógica para estudantes de ensino médio na Grécia, Hovardas e Korfiatis (2011) realizaram uma revisão sobre a metáfora do "equilíbrio da natureza" e consideraram que a metáfora do "equilíbrio da natureza" é um obstáculo epistemológico para a aprendizagem em ecologia, evidenciando como essa metáfora contribui substancialmente na geração do que eles chamam de concepções equivocadas (*misconceptions*). Os equívocos geram, segundo os autores, dificuldades de aprendizagem, pois promovem, sobretudo, ideias teleológicas (ou seja, a ideia de que natureza tende ao equilíbrio) e de causalidade linear simples que não condizem com a natureza dos sistemas ecológicos, em geral. Assim como Zimmerman e Cuddington (2007), o estudo de Hovardas e Korfiatis (2011) aponta para a importância das explicações causais para aprendizagem sobre o conceito de equilíbrio ecológico no contexto da compreensão da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

De acordo com Grotzer e Basca (2003), na causalidade linear simples, as relações ecológicas são unidirecionais, diretas e não necessariamente há uma explicação sobre mecanismos causais para a dinâmica padrão do sistema.

Entretanto, a compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas demanda necessariamente a compreensão de que há uma variedade de causas interferindo no sistema, de modo complexo, as quais podem ser explicadas através do ensino sobre a estrutura causal e a conectividade dos ecossistemas, em que uma diversidade de causas são integradas, explicitando-se nesse contexto a não-linearidade dos sistemas ecológicos e socioecológicos (GROTZER; BASCA, 2013).

A causalidade linear simples nos parece uma perspectiva epistemológica semelhante, mas não totalmente convergente com as explicações mecanísticas apresentadas por Zimmerman e Cuddington (2007), conforme nossa discussão. Enquanto a discussão sobre explicações mecanísticas e não-mecanísticas não nos parece suficiente para tratar sobre mecanismos causais, a discussão sobre causalidade linear simples ou não-linear complexa parece ir mais além da discussão sobre fatores causais para o equilíbrio.

Através de um compromisso epistemológico com a causalidade linear simples é que pode prevalecer a visão sobre a interação predador-presa em que predadores e presas estão relacionados em uma parceria mútua e sinérgica, sob a qual eles podem coexistir harmoniosamente (JELINSKI, 2005). Por causa de sua crença no equilíbrio da natureza, os alunos podem ter grande dificuldade em aceitar que as interações predador-presa podem levar à extinção de populações, ou que grandes oscilações populacionais podem levar a mudanças estocásticas no tamanho da população. De fato, a estocasticidade deve ser considerada como a tendência mais esperada dentro da dinâmica populacional, ao invés de flutuações harmônicas em torno de alguma densidade média uniforme (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011; ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007).

Diversas pesquisas mostram que estudantes de ensino médio não estipulam que a mudança no quantitativo de uma população poderá acarretar em um efeito cascata, levando a mudanças em diversas populações em diferentes níveis de escala e hierarquia numa teia trófica, ao passo em que supõem que a mudança quantitativa em uma população tende a afetar apenas uma população que esteja diretamente relacionada com a população que mudou, como numa interação presa-predador (BARMAN; GRIFFITHS; OKEBUKOLA, 1995; GRIFFITHS; GRANT, 1985). Essa pressuposição nos faz perceber, de imediato, um compromisso com explicações restritamente lineares e simples. Todavia, talvez isso ocorra por causa

também de um compromisso axiológico com a ideia de harmonia e da dificuldade de lidar com sistemas que não se desenvolvem de maneira previsível.

Palmer (1996) demonstrou que estudantes com 12 a 16 anos de idade atribuem de modo inconsistente um papel central para a interdependência entre as espécies na manutenção do “equilíbrio da natureza”. A interdependência entre diferentes espécies em um sistema ecológico foi utilizada como justificativa para a tendência da recuperação ao estado prévio da sobrepesca de um recurso pesqueiro (bacalhau) que tinha provocado o *boom* populacional de outra espécie de interesse econômico (lagosta). Diante do questionamento do que poderia ocorrer no ecossistema marinho em questão se fosse promovida a recuperação da população de bacalhaus, E03 respondeu:

[...] considerando o cenário da recuperação da população de bacalhaus, que pode se dar de maneira espontânea pela simples suspensão da atividade de pesca desses animais, certamente o ambiente voltará à situação original com maior disponibilidade de bacalhaus do que lagostas, uma vez que deve haver uma relação de equilíbrio e interdependência entre as proporções de ambas (E03, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade).

Cumprir utilizar a resposta de E03 também para tratar de um aspecto importante sobre o conceito de equilíbrio ecológico. A suposição da existência do equilíbrio como condição normal e tendência de desenvolvimento da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos, acarreta também, não raro, na suposição de que, uma vez conhecidos os fatores causais para o equilíbrio, pode-se inferir de modo determinístico como se desenvolverá o sistema e qual o estado final do mesmo, o que está implícito no discurso de E03.

O contrário dessa perspectiva advém normalmente da percepção de que os sistemas ecológicos e socioecológicos apresentam padrões de equilíbrio que são afetados por, entre outras coisas, fenômenos inesperados e flutuações estocásticas. Assim, ao ser perguntado sobre a previsibilidade da recuperação e do estado final da recuperação de uma floresta, A07, estudante de pós-graduação de engenharia, respondeu, seguindo uma perspectiva não-determinística:

Não, pois as interações ambientais entre os seres vivos são muito dinâmicas e complexas e não há como prever com certeza o resultado [da recuperação]; (A07, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

A partir de revisão na literatura, Hovardas e Korfiatis (2011) elaboraram um quadro (Quadro 1; ANEXO B<sup>39</sup>) sobre concepções alternativas em ecologia baseadas na metáfora do "equilíbrio da natureza" e propuseram, para cada concepção alternativa, objetivos de ensino para orientar uma proposta de intervenção pedagógica sobre as dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos, seguindo os pressupostos de que: 1) o equilíbrio ecológico é transiente; 2) pode haver mais do que um ponto de equilíbrio, com diferentes consequências para a dinâmica das populações; e 3) tanto o equilíbrio quanto o desequilíbrio são resultados de mecanismos causais, incluindo a ação humana e que os humanos não são a única causa de desequilíbrio na natureza (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011).

---

<sup>39</sup> No anexo está disponível o quadro original escrito em língua inglesa.

Quadro 1 – Concepções alternativas baseadas na metáfora do “Equilíbrio da Natureza” e objetivos da intervenção educacional proposta por Hovardas e Korfiatis (2011, tradução nossa).

<b>TÓPICO</b>	<b>CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>
<b>Número de pontos em que a natureza é encontrada em um estado de equilíbrio</b>	Há apenas um ponto em que a natureza pode ser encontrada em um estado de equilíbrio	Pode haver mais do que um ponto de equilíbrio, os quais podem ter diferentes consequências para as dinâmicas populacionais
<b>Equilíbrio como um objetivo do manejo ambiental ou conservação da natureza</b>	O equilíbrio é sempre desejado como um estado da natureza	O equilíbrio, no caso de uma estabilidade instável, não é desejado, uma vez que esteja relacionado à possibilidade de levar populações à extinção
<b>Conceitualização do equilíbrio como oposto da mudança</b>	O equilíbrio da natureza pressupõe a ausência de mudanças	O equilíbrio nas dinâmicas populacionais é definido como um estado em que a taxa de mudança na densidade populacional é zero; mas eventos demográficos continuam a ocorrer
<b>Equilíbrio vs. mudança como normalidades na natureza</b>	O equilíbrio na natureza é permanente a menos que ocorram distúrbios antrópicos	O equilíbrio é inconstante e transiente; o normal na natureza é a transformação, a qual eventualmente leva ao equilíbrio
<b>Seres humanos vs. natureza como causa para o desequilíbrio</b>	O desequilíbrio é sempre resultado da intervenção humana	Tanto equilíbrio quanto desequilíbrio podem ser resultantes de mecanismos naturais; os seres humanos não são a única causa de desequilíbrio na natureza
<b>Explicação sobre causa e efeito no fenômeno ecológico</b>	A natureza é equivalente ao “equilíbrio da natureza”	O equilíbrio não é sinônimo da própria natureza; o equilíbrio é um estado que pode ser explicado por mecanismos causais, a exemplo do efeito Allee.
<b>Conceito de áreas protegidas</b>	Áreas protegidas compreendem refúgios de uma natureza “intacta”, onde a natureza é deixada intocada para seguir seu próprio curso	Áreas protegidas compreendem áreas com regulação do uso do solo, onde as relações mútuas entre a sociedade e a natureza influenciam os mecanismos causais do fenômeno ecológico
<b>Posição dualista vs. dialética sobre a interação entre sociedade e natureza</b>	Se a natureza “intacta” é deixada intocada pelos seres humanos, estará garantido o tamanho mínimo viável de espécies ameaçadas de extinção	O tamanho mínimo viável de populações não é garantido por um pretense estado de natureza intocada, deve ser mediado pelas relações mútuas entre sociedade natureza como um mecanismo causal específico

É interessante analisar o quadro acima porque, em geral, reforça as inferências sobre compromissos que fizemos até aqui e traz indicações para o ensino. O tópico “número de pontos em que a natureza é encontrada em um estado de equilíbrio” trata da caracterização do equilíbrio ecológico enquanto estado estável no contexto das dinâmicas ecológicas e socioecológicas. Há uma referência à ontologia do conceito nesse tópico. Assim como no tópico “conceitualização do

equilíbrio como oposto de mudança”, o qual caracteriza o equilíbrio como atributo de sistemas ecológicos e socioecológicos.

A concepção alternativa referente a esse tópico relaciona o equilíbrio como atributo da “natureza” na ausência de mudanças. O objetivo de ensino situa o equilíbrio como um determinado padrão ou modelo com oscilações demográficas em dinâmicas populacionais. O tópico “equilíbrio vs. mudança como normalidades na natureza” é semelhante ao anterior. Distingue-se na concepção alternativa por considerar que a ação humana é o único vetor de mudanças no equilíbrio ecológico. No objetivo de ensino, a distinção reside principalmente em não restringir a caracterização do equilíbrio a um modelo de dinâmicas populacionais (Quadro 1).

O tópico “seres humanos vs. natureza como causa para o desequilíbrio” relaciona-se com o tópico “equilíbrio vs. mudança como normalidades na natureza”, uma vez que a concepção alternativa deste condiciona à permanência do equilíbrio à ausência de distúrbios antrópicos, enquanto aquele define que todo desequilíbrio é resultante de ação humana. Inversamente se pode concluir que há um juízo de valor em que qualquer intervenção antrópica é julgada como nefasta para o equilíbrio. O objetivo de ensino para lidar com esse pressuposto axiológico seria evidenciar outros fatores causais para o desequilíbrio (Quadro 1).

Os tópicos “conceito de áreas protegidas” e “posição dualista vs. dialética sobre a interação entre sociedade e natureza” abordam explicitamente o tema da relação dos seres humanos com a natureza. O primeiro trata da concepção de espaços territoriais especialmente protegidos com o objetivo de favorecer a conservação ou preservação da “natureza”. O segundo trata do papel dos seres humanos na recuperação de populações de espécies ameaçadas de extinção. As concepções alternativas de ambos advogam a separação dos seres humanos da “natureza”, partindo do princípio que, “intocada”, ela funciona melhor no sentido do equilíbrio, seja ressaltando a preservação da “natureza” delimitada por espaços territoriais, seja ressaltando a possibilidade de populações de espécies se restaurarem até um tamanho mínimo viável no sentido de evitarem a extinção e persistirem (Quadro 1).

O objetivo de ensino seria apresentar as sociedades humanas como parte dos sistemas ecológicos, formando sistemas socioecológicos, podendo ter papel ativo no manejo da biodiversidade para evitar a extinção de espécies, considerando que a natureza “intocada” não leva necessariamente a esse resultado.

É interessante observar que nos dois tópicos descritos no parágrafo acima há de modo explícito compromissos axiológicos subjacentes que remetem a relação da sociedade com a natureza, mas também há implícito um compromisso epistemológico que remete à percepção sobre o sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos. A concepção alternativa supõe que o equilíbrio é alcançado teleologicamente na ausência de interferências humanas.

O tópico “equilíbrio como um objetivo do manejo ambiental ou conservação da natureza” está relacionado a uma concepção alternativa que é marcadamente axiológica. A concepção de que o equilíbrio é sempre desejado como um estado da natureza deve ser derivada de um juízo de valor, vínculo afetivo ou apreciação estética. Por outro lado, o objetivo de ensino relativiza o compromisso axiológico que sustenta a concepção alternativa, sugerindo restrições que impedem a universalização do valor atribuído pela concepção alternativa.

Propiciamos, em nossos cenários, contextos que favoreciam a explicitação do juízo de valor em torno da reflexão sobre o conceito de equilíbrio ecológico. Na questão 4 (APÊNDICE A), utilizamos um cenário socioecológico silvo-pastoril com diversos estados alternativos inter-relacionados e perguntamos se o participante da pesquisa procuraria favorecer algum deles. O estudante da área de biodiversidade, E03, respondeu:

Não tudo depende do objetivo da área. Cada estado pode favorecer diferentes interesses humanos, diferentes espécies e o desenvolvimento dos estados posteriores (E03, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade).

Por sua vez, o tópico “explicação sobre causa e efeito no fenômeno ecológico” detém-se na discussão da causalidade material para o equilíbrio, sendo que a concepção alternativa parece sequer considerar essa problemática, não apresentando explicações causais ou apresentando-as recorrendo a causas sobrenaturais ou antropomórficas. O mesmo foi identificado por Zimmerman e Cuddington (2007) e em nossa pesquisa empírica, conforme evidenciado acima. Assim o objetivo de ensino deveria ser destacar que o equilíbrio não é um atributo incontornável da natureza, mas um estado alcançado por meio de mecanismos causais, os quais precisam ser evidenciados e compreendidos (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011).



O estudo de Ergazaki e Ampatzidis (2012) também fornece informações importantes para nossa pesquisa porque esses autores analisaram o uso da ideia de “equilíbrio da natureza” por estudantes de cursos que não são de Ciências Biológicas para fazer previsões sobre: 1) o futuro de um ecossistema que supostamente sofreu um distúrbio causado pelo homem, e 2) o futuro de um ecossistema que é protegido contra tais perturbações. Portanto, eles nos fornecem mais dados sobre compromissos que observamos ser bastante recorrentes na estruturação das ideias sobre o conceito de equilíbrio ecológico no contexto da compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas, aqueles compromissos relacionados ao sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos, ao fator causal para as dinâmicas de equilíbrio ou de não-equilíbrio e à relação do ser humano com os sistemas ecológicos.

Ergazaki e Ampatzidis (2012) aplicaram questionários a estudantes que tinham ingressado recentemente no Departamento de Ciências da Educação na Universidade de Patras na Grécia. Os resultados mostraram que a maioria dos estudantes considerou provável que um ecossistema perturbado recupere seu estado inicial totalmente. De fato, a previsão de recuperação completa foi a mais frequente, exceto pelo cenário em que um "incêndio florestal" é a causa do distúrbio. Em resposta a esse cenário, no qual a perturbação deveria ser absolutamente desastrosa para o ecossistema, a previsão de recuperação parcial emergiu com maior frequência, sendo que a previsão de recuperação total estava explicitamente ligada ao fator "tempo".

Assim, mesmo em um cenário em que se prevê a recuperação parcial, não está excluída uma perspectiva teleológica. Medido em vários anos ou mesmo décadas após o distúrbio, o tempo quase sempre foi destacado como um pré-requisito essencial para a recuperação total do ecossistema. Vejamos alguns exemplos de respostas, fornecidos por Ergazaki e Ampatzidis (2012, p. 516-517, tradução nossa)<sup>40</sup>:

‘Levará muito tempo para a floresta se recuperar, mas acho que, no final, se tornará a mesma de antes’; ‘O equilíbrio no espaço marítimo irá se

---

<sup>40</sup> ‘It will take much time for the forest to recover, but I think that it will finally become the same as before’; ‘The balance in the sea area will recover some years after cleaning the oil spill... the picture will be as it was before the accident’; ‘Since the new population which caused all these changes in the lake will get eliminated by the virus, the lake will re-gain its initial picture’ (ERGAZAKI; AMPATZIDIS, 2012, p. 516-517).

recuperar alguns anos após a limpeza da poluição provocada pelo derramamento do óleo... o cenário ficará como estava antes do acidente'; 'Uma vez que a nova população que causou todas essas mudanças no lago for eliminada pelo vírus, o lago recuperará sua condição inicial'.

Ergazaki e Ampatzidis (2012) reforçam a evidência de que há uma forte crença na ideia de um "equilíbrio" altamente resiliente na dinâmica dos ecossistemas, analisando como os participantes da pesquisa justificam a previsão de recuperação do equilíbrio, após uma determinada perturbação no sistema ecológico ter fim. As formas mais frequentes foram: 1) apelando para um "processo de recuperação" que restaura o 'equilíbrio' inicial, seja a partir do aumento de plantas e animais específicos que são considerados definidores do cenário pré-existente à perturbação ou ainda reestabelecendo os tamanhos das populações em seus valores iniciais após a remoção do fator perturbador; e 2) apelando para "mecanismos de recuperação" como uma característica inerente do ecossistema; ou seja, como algo que está sempre à disposição do ecossistema para levá-lo de volta ao seu estado inicial equilibrado.

Reforça-se a análise que fizemos dos resultados apresentados nos estudos de Zimmerman e Cuddington (2007), de Hovardas e Korfiatis (2011) e dos nossos dados empíricos, no que diz respeito à existência de compromissos relacionados à temática da causalidade, os quais sustentam um modo de pensar o equilíbrio ecológico como sendo produto de fatores intrínsecos e de mecanismos autorregulatórios do sistema ecológico. Vale ressaltar também a exclusão do fator antrópico e dos distúrbios que convencionamos considerar como fatores extrínsecos como determinantes para os padrões das dinâmicas ecológicas e socioecológicas percebidas pelos participantes da pesquisa.

No entanto, um olhar mais atento às justificativas dos estudantes revela que o que realmente os levou à previsão da recuperação parcial não foi a conceitualização do ecossistema como suficientemente flexível para acomodar as mudanças de sua dinâmica de formas alternativas que variam no espaço e no tempo, mas a identificação de restrições significativas no restabelecimento de seu estado inicial. Em outras palavras, previa-se que o ecossistema alcançaria um novo estado, já que não poderia retornar ao seu estado inicial por causa de restrições; por exemplo, o nível da degradação do habitat perturbado e as diferentes capacidades das diferentes espécies para lidar com a perturbação, ou a ineficácia dos mecanismos

de recuperação para levar o ecossistema de volta ao seu estado inicial. Ou seja, a magnitude do distúrbio emerge como um aspecto importante a ser considerado em intervenções de ensino sobre a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

Não nos parece, pelos nossos dados empíricos e pela análise do trabalho de Ergazaki e Ampatzidis (2012), que, considerar que os ecossistemas só retornam para o seu estado inicial a depender da magnitude, implica numa pressuposição de que há sentidos múltiplos ou mesmo inexistente no desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos, ao contrário essa noção pode estar sustentada em uma perspectiva teleológica. No entanto, esses dados indicam que aplicar o conceito em diferentes tipos de cenários com diversos tipos e intensidades de perturbações aos sistemas ecológicos e socioecológicos, pode servir de contexto que propicie trabalhar importantes conceitos relacionados à compreensão científica sobre as dinâmicas ecológicas e socioecológicas, tais como resiliência ecológica, limiares de resiliência e dependência das condições iniciais.

De todo modo, assim como é salientado pela teoria da resiliência ecológica (HOLLING, 1973; 2001; 2010), é fundamental considerar os distúrbios para compreender o funcionamento dos sistemas ecológicos e socioecológicos e, portanto, o equilíbrio ecológico. Portanto, investigamos as significações que estudantes de licenciatura e bacharelado em ciências biológicas de uma universidade pública baiana atribuem para o conceito de equilíbrio ecológico no contexto da compreensão das dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos, através de provocações de interações discursivas, utilizando-se de cenários relativos à dinâmica de diferentes sistemas ecológicos e socioecológicos. Alguns desses cenários foram elaborados no sentido de propiciar discussões em torno da ocorrência de distúrbios. Dentre os cenários e discussões que ocorreram nas duas turmas em que realizamos a pesquisa, consideramos um deles para analisar a negociação de compromissos em torno do conceito de equilíbrio ecológico.

Na turma de bacharelado, utilizando-se do cenário disposto na questão 1 (APÊNDICE A), foi apresentado um mapa com três categorias distintas, representando diferentes estados de uma floresta. No episódio abaixo, o professor realiza uma iniciação, caracterizando a variação espacial da floresta, resgatando a afirmação de um participante da pesquisa, B04, que tinha atribuído aos distúrbios a causa para a variação espacial da floresta, e, por fim, questionando qual a relação da heterogeneidade da floresta com fatores externos a ela.

**1. Professor:** [...] a gente tem um fragmento florestal / e aí esse fragmento tem várias manchas que são distintas / e dentro dessas manchas / o que a gente tem / são plantas em fases de crescimento diferentes / são / eh / distúrbios / possivelmente / como B04 apresentou / aqui / a fala dele / então / dentro dessa perspectiva de / de / de variação e / e desenvolvimento / da / das manchas / qual a relação que poderia ser estabelecida entre elas? / inclusive considerando como elas são / você tem aqui uma que tem uma clareira / outra você tem uma quantidade maior de arbustos e menor de árvores / e a terceira já é um extrato arbóreo muito mais expressivo / qual é a relação que vocês consideram / assim / entre elas e com fatores externos?

**2. B02:** eu consideraria / se fosse a / [inaudível] que eles falaram / que seriam diferentes estágios sucessionais / se fossem esses dois fatores / exploração ou / [fazendo movimentos circulares com a mão, como que mexendo em algo] outro algum / alguma coisa que / que interferiu / se for de solo / eu acho que já não tem mais como você / prever assim / que é estágio sucessional porque o solo é diferente / então vão ter coisas diferentes / mas é isso / (+++++++) / Com fatores externos eu ainda não consegui / (++) / linkar

(+++)

**3. Professor:** O que é que vocês acham da possibilidade de ser / um fator / sucessional?

(++++++)

**4. B04:** eu acho que esse / provavelmente / é um condicionante / se você conseguir / identificar / as mesmas plantas / nas diferen / nessas diferentes fases / provavelmente elas / elas têm uma ordem [fazendo gesto, levantando a mão, como um sinal de crescimento ou hierarquia] / provavelmente a clareira vai dar lugar a um / a algum lugar mais / algo mais arbustivo / e depois vai ter árvores mais altas / elas são diferentes fases da / da mesma floresta / do mesmo / fisionomia / sim

(+++)

**5. B02:** E até o que acontece aí na imagem / tem aquelas ali do canto / elas são iguais / [todos olham para a imagem] (++) / Mas elas são as mais altas [sorri]

(++++)

**6. Professor:** Mas e nessa sucessão / será que / eh / o / porque quando a gente chama de sucessão / a gente tá falando mais de desenvolvimento interno da vegetação / ou não? (+) / Como é que cês pensam isso? / Não sei / (++) / E / e essa sucessão ela teria então / um / alguma contribuição externa? / (+) / Como é que isso poderia ocorrer? / Se é que ocorre

[...] Estudantes entram atrasados na sala e ocorrem sobreposição de falas.

**7. B02:** Acho que pra ter a sucessão / primeiro tem que parar / o distúrbio / porque senão / não acontece / senão [palavra inaudível] a situação é uma coisa muito instável / e / (++) / também tem essa coisa de / de ter que ter a semente lá / de alguma forma / (+) / então precisa de fatores externos / tipo / (+) / externos à vegetação / de certa forma / então fauna é externa à vegetação / [breve fala inaudível] / fauna aí tem que se estabelecer também para poder / dispersar a semente

Inicialmente B02, no turno 2, estava atribuindo causalidade ao desenvolvimento da vegetação apenas a fatores internos da mesma, mais especificamente ao solo local, assumindo a possibilidade de haver heterogeneidade espacial paralelamente a algum tipo de sucessão ecológica. Por outro lado, B02 não conseguiu articular nenhuma influência externa para a configuração do cenário em discussão, evidenciando que os compromissos relacionados a causalidade de fatores extrínsecos ao sistema ecológico e socioecológico precisam ser negociados com a mesma para que se aproprie dessa compreensão.

No turno 3, o professor incentivou que refletissem sobre a possibilidade de fatores externos influenciarem na dinâmica florestal, articulando essa temática com o modo de falar que os estudantes vinham mobilizando, mencionando a sucessão ecológica. B04, no turno 4, considerou apenas a contribuição dos fatores intrínsecos para a recolonização da área por espécies que já existiam e descreveu o que também parece ser uma sucessão ecológica. É notório que até então nenhum dos participantes sequer ponderou sobre a influência externa também como promotora de distúrbios recorrentes.

Assim, tanto B02, quanto B04 parecem supor que o que tenderia a ocorrer seria uma dinâmica sucessória no sentido de um estado clímax. Portanto, apresentam um compromisso epistemológico com o pensamento teleológico, sendo que, subjacente a esse compromisso, deve estar o compromisso ontológico com a ideia de que há um equilíbrio ecológico como condição normal dos sistemas ecológicos e socioecológicos. A condição normal seria justamente o clímax, caracterizado por B02 no turno 5 como sendo o estado com árvores mais altas.

No turno 6, o professor insistiu, indagando novamente sobre a possibilidade de fatores considerados externos ao sistema ecológico em questão serem um fator causal para o desenvolvimento do mesmo. Em resposta, no turno 6, B02 fala sobre a necessidade de cessar o distúrbio para a sucessão ocorrer. Ou seja, mesmo considerando fatores externos ao sistema, apenas aqueles que são favoráveis ao *telos*, o clímax, foram considerados. Assim, ainda que fossem naquele momento rotulados de fatores externos, podem ser entendidos como fatores intrínsecos da floresta, demarcando uma diferença significativa do que é fator intrínseco para o que seria fator interno. Distúrbios inesperados pareciam não ser levados em conta até então. Entretanto, o professor também não questionou a validade do modelo

teleológico de sucessão ecológica, o que pode se constituir como obstáculo epistemológico para a negociação de compromissos para uma compreensão sobre o equilíbrio ecológico que não o considere condição normal e final das dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

O professor, em seguida, faz uma nova iniciação, introduzindo questão C do cenário 1:

**1. Professor:** Como é que vocês caracterizariam a floresta / considerando todos esses estados diferentes ao mesmo tempo?

**2. Estudante B02:** A gente precisa de mais informação [sorri e emite uma palavra inaudível] / ela pode tá aí inteira / e depois / ser uma área muito grande / e ter [faz gesto abrindo os braços, como que demonstrando amplitude] / mas ela pode ser uma área muito pequena / que vai tá toda fragmentada / e / ela vai tá sempre [inaudível] / e ela nunca vai / (++) / vai tá / (++) / estabilizada [faz gesto de "entre aspas"] / (+) / mas / só por isso aí / eu considero normal isso aí

**3. Professor:** Normal / o quê?

**4. B02:** Normal / tipo / saudável / não sei se é essa PALAVRA (++++++) / Porque acontece / né? / Natural / abrir clareira / ter alguma coisa

Nesse momento, o professor intervém no sentido de deslocar a discussão sobre os diversos estados da floresta para uma reflexão detida à variação espacial. No episódio anterior, os participantes da pesquisa enfocaram a variação temporal. Apesar de aparentemente realizar, nas falas anteriores, um discurso que nos permite interpretar como um compromisso com a ideia de um desenvolvimento teleológico da floresta, B02, ao ser questionada se o estado final da floresta poderia ocupar todo o espaço da mesma, respondeu orientada pela percepção de descontinuidade inerente das comunidades ecológicas, em vez da teleologia, o que sugere que evidenciar a heterogeneidade espacial para ensinar dinâmicas ecológicas e socioecológicas pode se constituir como uma semente conceitual para negociação de compromissos sobre o conceito de equilíbrio ecológico.

**1. Professor:** E vocês / gente / que estão aí pensativos? / O que é que pensam / sobre isso? / (+++++) / Vocês / consideram que algum desses estados / eles podem ser consideradas o estado típico? / (++) / Ser a / a / o estado CARACTERÍSTICO / da vegetação?

[estudantes tiram dúvidas e manifestam concordância com B02].

**2. B14:** Acho que relacionando tudo isso que você explicou com a pergunta anterior / em termos de sucessão ecológica / eh / basicamente o que a gente tá acostumado a pensar e a ver é que / ao longo do tempo / né? / com

a sucessão ecológica / as árvores / eh / mais altas / elas mesmo compõem / elas caracterizam aquele lugar / você perguntou se a gente poderia tomar uma dessas / fitofisionomias / como a / que caracteriza / caracterizaria esse ambiente / então / eh / se a gente for pensar / eh / no tempo / eu acredito que a área mais verde seria / ou deveria caracterizar esse lugar / por conta do tempo que ela leva / pra / que as árvores levam pra alcançar determinada altura

**3. Prof.:** A gente teve duas respostas aqui que foram / eh / um pouco diferentes / eh / não / não necessariamente discordantes / ou seja

**4. B14:** Hum?

**5. Prof.:** Discordantes / as respostas de vocês (+++++)

**6. B14:** Não são / (+) / discordantes não professor

**7. Prof.:** Por que você considera que pode ser considerado / eh / a fase típica / aquela que tem / eh / a composição arbórea / seria isso / né? / Mais árvores / e você [referindo-se a B02] considerou como sendo natural essa variação / (++) / Considerando natural essa variação / você consideraria / eh / a possibilidade / de ter / eh / como uma dessas fases sendo a típica? / (+) / A que cara / a que caracteriza a floresta? / Ó / todo mundo pode responder / inclusive é até interessante que outros respondam / se sintam à vontade / (+++++) / E aí / o que cê está pensando? [aponta para B01] / Tá muito pensativo

**8. B01:** [B01 sorri] é porque assim / eu tava tentando / eh / analisar / se há ação antrópica /

**9. Prof.:** hum hum, [sussurra o professor]

**10. B01:** se sim / eu acho que a primeira fase ali / é atípica / mas se não / como B02 falou / acho que é normal

(+++++)

**11. B03:** É como ela tava falando que / a fase sucessória / a última fase seria a / o estágio final / né? / onde todas já estariam / no mesmo / tamanho / a mesma [palavra inaudível] / só que considerando que há um / ocorrência natural / eu acho que não seria / essa fase não ocuparia toda a área / como na pergunta [aponta para o computador, onde o professor lê as perguntas] / (+) / que ao longo do tempo sempre ocorreria essas / (+) / eh / (+) / essas / (+++++) / esqueci a palavra / (+++) / sempre ocorreriam essas perturbações e sempre teriam / (+) / um / um distúrbio / característico

**12. Prof.:** O que B01 falou também é um / um tema muito importante / e depois a gente vai retomar / então considerando / essas duas possibilidades / essa variação / ela ser / eh / natural / (+) / eh / e / (+) / e acho que o que se expressou mais aqui no final das contas / foi de ter / um / estado típico / né? / mesmo diante da / da variação / eh / (+) / então / considerando a possibilidade de ter esse estado típico ideal / eh / ele poderia de alguma forma / ocupar / toda a área? / (+++++) / vocês consideram alguma possibilidade disso? / (+++++) /

**13. B14:** Eh / você falou que independente da ação antrópica / [fala inaudível] / eu acho que sim / se a gente for considerar / eh / mesmo tendo todas essas / (+) / interferências de / eh / as árvores caírem / abrir clareiras e tal / eu acho que / eh / ao longo do tempo / acredito que sim

**14. Prof:** Mas / se houver / eh / alteração antrópica / intervenção antrópica / por sua vez / o que é que cê pensa?

**15. B14:** Eu acredito que não / pode interferir / e essas / eh / com todas as [palavra inaudível] diferentes / um lugar mais / com arbusto / outros com árvores / e aí

(++++)

**16. Prof.:** E aí / o que pensaram? / algo / algo a acrescentar?

(++++)

**17. B04:** Acho que / acho que não / (+) / eh / é da dinâmica de uma floresta / muito grande / sempre tem esse tipo de clareira / (+) / mesmo sem ação antrópica / (+) / ela sempre vai existir / (+) / ou por conta também dessa questão da / da dinâmica das manchas mesmo / abrindo e fechando / acredito que o sistema / é mais / dinâmico / do que / a / uma fase substituindo a outra [gesticulando, elevando alternadamente] até chegar a um / patamar final [alinha as duas mãos e abre os braços, como que desenhando uma linha ou plano] / e que não mude / seja estático

[...]

**18. B03:** Só também que pode variar a disposição das manchas

**19. B04:** Sim

**20. B03:** Elas / (+) / que não vai ser / (+) / não vai ocupar / todos os espaços / (+) / conforme isso aí

Nesse segundo momento da discussão, B14 interpreta, no turno 2, o cenário a partir do compromisso com o desenvolvimento teleológico da vegetação e continua sem negociá-lo, visto que nem mesmo considera a problemática da heterogeneidade espacial da vegetação, atendo-se ainda a discutir o desenvolvimento da vegetação no tempo como um processo de sucessão teleológica. O professor, então, nos turnos 3, 5 e 7, busca fazer uma avaliação da fala de B14 ante o que vinha sendo discutido até ali, tentando realizar uma síntese para colocar ideias discrepantes em debate com mais clareza. Uma ideia considera a descontinuidade da vegetação uma condição normal, o que pode ser uma semente conceitual para a compreensão do equilíbrio como tendo possivelmente sentidos múltiplos. A outra ideia, por sua vez, é a que indica um sentido teleológico no desenvolvimento da vegetação, a qual, devido a isso, tenderia a ocupar de forma contínua um determinado espaço.

Após o professor estimular a participação de outros estudantes, no turno 7, B01 se posicionou, especulando sobre a possibilidade de haver ou não ação antrópica na área discutida. B01 apresenta, no turno 8, uma perspectiva que separa a ação antrópica de uma possível dinâmica ou estado de equilíbrio ao considerar



que a ação antrópica o levaria a não qualificar aquela dinâmica sob análise como sendo natural. Nesse caso, não qualificar como natural pode significar que o fator antrópico é descartado como determinante para qualquer dinâmica de equilíbrio, sendo visto apenas como distúrbio, como vimos em análises de outras fontes de nossa pesquisa.

Entretanto, na sequência do episódio, B01, nos turnos 8 e 10, assim como B03, no turno 11, apresentaram a perspectiva de que é usual, inclusive, por processos internos à floresta, a abertura de clareiras. Então, deixaram de falar em termos de sucessão ecológica e passaram a ressaltar a existência de heterogeneidade na vegetação e de distúrbios com fatores determinantes nas dinâmicas ecológicas e socioecológicas de recuperação da floresta. Vale ressaltar que B03 não questiona o compromisso de B01 sobre a relação com os seres humanos, enquanto, no turno 13, B14 reitera as afirmações de B01 sobre as interferências antrópicas. Os seres humanos são apartados dessas dinâmicas, pelos participantes da pesquisa, nos turnos analisados até aqui, sendo considerados apenas como força desestabilizante, o que costuma ser tratado como um obstáculo epistemológico decisivo para a aprendizagem sobre o conceito (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011).

Logo, no turno 14, o professor indaga a turma sobre a relação do ser humano com a dinâmica florestal analisada. Todos os estudantes que responderam nos turnos seguintes não destacaram a ação humana. Em vez disso, assumiram que os distúrbios que causam a heterogeneidade na vegetação são determinantes da dinâmica considerada padrão, a qual vem a ser justamente a que apresenta descontinuidade do equilíbrio no espaço, convergindo, assim, para um modo de pensar o equilíbrio como sendo múltiplo e transiente.

Os dados empíricos relativos à significação do conceito nos questionários e em interações em sala de aula, analisados nesta seção, mais uma vez apontam que o desenvolvimento de perspectivas geneticamente anteriores às perspectivas contemporâneas da ciência da ecologia está associado ao foco na dinâmica interna dos sistemas ecológicos (fatores intrínsecos), de modo que não leva em conta distúrbios como determinantes na dinâmica padrão do equilíbrio, e na separação da relação do ser humano com a natureza, bem como ao apego à teoria da sucessão ecológica, a qual tem os pressupostos subjacentes da teleologia e da previsibilidade determinística.

Diante de tais compromissos epistemológicos e axiológicos, ainda que se construa o problema da causalidade material para a transiência do equilíbrio ecológico, ele tende a ser interpretado, exclusivamente, do ponto de vista das exigências intrínsecas de um pretense estado de equilíbrio, sendo os fatores antrópicos, distúrbios naturais e até mesmo a heterogeneidade apenas fatores de interferência que desequilibram o sistema por um tempo limitado, até que o equilíbrio seja alcançado de novo, até esses fatores se tornarem nulos. Parece-nos que os compromissos fundamentais a serem negociado para promover o modo de pensar que converge com a ciência da ecologia contemporânea sejam aqueles que ressaltam o papel dos distúrbios, dentre os quais a ação antrópica, além de eventos estocásticos e contingentes, na modulação das dinâmicas não-equilíbrio e de equilíbrios múltiplos e transientes.

### 3.3A MATRIZ SEMÂNTICA ORGANIZANDO A POLISSEMIA DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO: TEMAS E COMPROMISSOS EPISTEMOLÓGICOS, ONTOLÓGICOS E AXIOLÓGICOS

A análise da gênese do conceito nos diferentes domínios visou a identificação dos compromissos que estruturam os modos de pensar e as formas de falar sobre o equilíbrio ecológico aplicado à compreensão da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos. A identificação dos compromissos ocorreu concomitantemente a identificação de temas e categorias, em torno dos quais ocorrem a produção da polissemia, e que, portanto, auxiliam na interpretação sobre os modos de pensar e formas de falar. Na presente seção, buscamos apresentar a organização dos compromissos identificados em torno de temas e categorias distintivas que levou a elaboração de uma matriz semântica como passo decisivo para individuação das zonas e proposição de um modelo de perfil conceitual. O objetivo da matriz é, portanto, organizar a diversidade de compromissos, relacionando-os a temas e categorias a partir das quais a polissemia em torno do conceito pode ser gerada.

A partir das pesquisas nas fontes da história, filosofia e de concepções alternativas de Ecologia, bem como dos dados obtidos através de questionários aplicados com estudantes de pós-graduação e provocações de interações discursivas em salas de aula de ensino superior, identificamos dez temas

semânticos: os relacionados aos compromissos ontológicos foram: 1) natureza do equilíbrio ecológico; 2) padrão; e 3) manifestação espacial do equilíbrio; aqueles relacionados aos compromissos epistemológicos foram: 4) status epistemológico; 5) previsibilidade; 6) sentido do desenvolvimento do sistema; 7) fator causal; e 8) mecanismo causal; e aqueles relacionados aos compromissos axiológicos foram: 9) relação do ser humano com os sistemas ecológicos; e 10) valor.

É notório que o conceito de equilíbrio ecológico é antecedido por uma pressuposição mais ampla de equilíbrio da natureza na medida em que a humanidade procura encontrar ordem no mundo (KRICHER, 2009). Por exemplo, Pickett, Kolasa e Jones (2007) sistematizaram as principais controvérsias na Ecologia, considerando a mais expressiva delas justamente a que gira em torno da dicotomia do equilíbrio e não-equilíbrio da natureza, enquanto Keller e Golley (2000) discutem os paradigmas conflitantes da ecologia como estando baseados nas metáforas de fluxo ou de equilíbrio da natureza.

Assim, o tema semântico **natureza** remete a dois possíveis compromissos ontológicos, respondendo a pergunta: o que é o equilíbrio como atributo dos sistemas ecológicos? A natureza do equilíbrio é um tema, portanto, que relaciona o conceito como atributo dos sistemas ecológicos e socioecológicos. A primeira resposta para a questão do que é o equilíbrio afirma que o equilíbrio é a condição normal ou o princípio organizador da natureza, de forma que o funcionamento da mesma é em direção ao equilíbrio e pelo equilíbrio. A segunda afirma que a própria condição do equilíbrio se transforma ou mesmo não existe e é tido como um processo resultante a partir de mecanismos causais que fazem o sistema mudar em direção a um estado temporariamente mais estável, não necessariamente alcançado.

Vale ressaltar que, mesmo quando emerge o compromisso do equilíbrio como condição normal ou princípio organizador, não se exclui uma percepção da existência de mudanças nos sistemas ecológicos e socioecológicos. Ou seja, não se trata de negar a existência de alguma dinâmica no sistema. O que este compromisso pressupõe é a ideia de funcionamento da natureza tendo o equilíbrio como condição normal ao mesmo tempo em que justifica tautologicamente o desenvolvimento dos sistemas por ordem do equilíbrio, como podemos ver na discussão de Walter (2008) sobre ecologia de populações:

A maioria dos ecólogos de população reconheceria as visões descritas acima e também concordaria sobre como o conceito de equilíbrio populacional se relacionava com essas visões [sobre equilíbrio da natureza]. Eles provavelmente verão o equilíbrio como o valor estável e positivo para o qual consideram que as populações retornam após a perturbação, pois isso representa o equilíbrio ou estabilidade nos sistemas ecológicos (WALTER, 2008, p. 419, tradução nossa)<sup>41</sup>.

A segunda resposta para o tema semântico da natureza do equilíbrio como atributo dos sistemas ecológicos ou socioecológicos, advém de um compromisso com o equilíbrio como sendo uma tendência transiente de um sistema em estado de fluxo, ou o próprio estado de equilíbrio pode ser visto como estando em fluxo. Trata-se de um compromisso que tem quase nenhuma apropriação e uso fora comunidade científica, como entre estudantes de ensino médio (HOVARDAS; KOFIARTIS, 2011), e nos meio de comunicação de massa (LADLE; GILSON, 2009). Na comunidade científica, segundo Pickett, Kolasa e Jones (2007), ao articular uma discussão sobre o paradigma do não-equilíbrio com a metáfora de fluxo da natureza, afirmam que:

[...] não há um ponto de referência singular para o equilíbrio ecológico, dirigido por *feedbacks* locais, instantâneos. A natureza é altamente dinâmica e o *status* dos vários sistemas ecológicos e seus componentes é determinado por acidentes da história, incluindo influências humanas, mudanças climáticas e outras condições ambientais, inclusive outros organismos e os produtos deles [...]. O paradigma do não-equilíbrio indica apenas que o equilíbrio pode ser transitório, imperfeito e limitado pela história e pela circunstância (PICKETT; KOLASA; JONES, 2007, p. 199, tradução nossa)<sup>42</sup>.

Há que se destacar da citação de Pickett, Kolasa e Jones (2007) a menção da transiência do equilíbrio. Estes mesmos autores correlacionam a discussão que fazem à metáfora do estado de fluxo, ressaltando ainda a abertura dos sistemas ecológicos e a multiplicidade de controles. A menção de Pickett, Kolasa e Jones (2007) aos acidentes da história e à multiplicidade de controles remete à causalidade da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Os autores não

---

<sup>41</sup> “Most population ecologists would recognise the views outlined above and would also agree on how the concept of population equilibrium related to those views. They are likely to see the equilibrium as the stable, positive value to which populations are considered to return after disturbance, for that represents the balance or stability in ecological systems (WALTER, 2008, p. 419)”.

<sup>42</sup> “[...] there is no single reference point of ecological repose enforced by instantaneous, local feedbacks. Nature is highly dynamic, and the status of various ecological systems and their components is determined by accidents of history including human influences, changes in climate, and other environmental conditions, including other organisms and their products [...] The nonequilibrium paradigm merely indicates that the match may be transient, imperfect, and constrained by history and circumstance (PICKETT; KOLASA; JONES, 2007, p. 199)”.

discutem nesse trecho, no contexto da obra, a transiência do equilíbrio, mas da correspondência dos sistemas ecológicos com os ambientes físicos. Supomos, nesse caso, que essa correspondência ocorreria, por exemplo, em termos de variação de fitofisionomia em função do clima. Então, consideramos parcimonioso traduzir desta forma, o que conecta com o tema da manifestação espacial.

Após discutir o tema semântico da natureza do equilíbrio como atributo dos sistemas ecológicos e socioecológicos é oportuno discutir o tema semântico do padrão do equilíbrio, pois trata da ontologia do fenômeno em si. Esse tema está diretamente relacionado ao anterior, sendo através dele que se articulam os compromissos que vão estruturar explicações para as dinâmicas ecológicas citadas por Pickett, Kolasa e Jones (2007), assim como para as oscilações populacionais citadas por Walter (2008), ao falarem de ponto de referência ou de retorno para o equilíbrio, uma vez que o ponto de equilíbrio, enquanto estado preferencial, ideal ou modelo de um sistema, é inferido a partir do padrão observado nas dinâmicas ecológicas e socioecológicas.

O tema semântico **padrão** responde ao questionamento de como é a dinâmica ou o padrão de comportamento do equilíbrio ou mesmo do sistema em torno do equilíbrio. Neste caso, pergunta-se: o que é o equilíbrio para um sistema ecológico ou socioecológico qualquer? Enquanto o tema **natureza** trata do equilíbrio como atributo do sistema, o tema **padrão** trata do comportamento do próprio equilíbrio, i.e., como se apresenta o equilíbrio ecológico ou socioecológico como coisa em si, que pode ser tido como estático estável, dinâmico estável, quasi-estável ou instável.

Bodin e Wiman (2004) apresentam uma diversidade de modelos de equilíbrio, categorizando-os em termos de pontos e trajetórias de equilíbrio. Relacionamos os modelos descritos por Bodin e Wiman (2004) ao tema **padrão**. Em capítulo anterior, oferecemos exemplos e sugerimos uma simplificação da categorização desses autores para fins do modelo do perfil conceitual, de modo que estamos propondo apenas quatro compromissos, levando-se em conta também os dados dos questionários e de sala de aula. Cumpre considerar, inclusive, que pode ser conveniente incluir este tema no modelo de perfil apenas porque ele tem como objetivo ser aplicado na formação de profissionais de nível superior e na tomada de decisão em gestão ambiental. Caso fosse um modelo construído para ser aplicado na educação básica, este tema poderia ser dispensável, uma vez que se origina

basicamente de modelos matemáticos generalizados para a Ciência da Ecologia, com algumas discussões bastante restritas a esse contexto.

A categoria que pressupõe o equilíbrio como sendo estático estável tem um compromisso com a ideia de que só existe ruptura do equilíbrio diante de distúrbios externos, sendo que a tendência sempre é dirigida para o equilíbrio. Por exemplo, acredita-se que uma população de animais se mantém estável a menos que sofra interferências como de invasões biológicas. Assim que removida as populações invasoras, a população de animais voltaria ao seu estado de equilíbrio anterior. Infere-se desses tipos de explicação, encontradas em nossas investigações no domínio ontogenético um compromisso com o padrão estático estável do equilíbrio, semelhante às dinâmicas representadas por Bodin e Wiman (2004) em que o sistema se move após perturbações para um ponto de equilíbrio estável.

Por sua vez, a categoria que pressupõe o equilíbrio como sendo dinâmico estável reconhece a existência de oscilações espaço-temporais no estado de equilíbrio, mas sempre permanecendo próximo e tendendo a um ponto de equilíbrio ótimo. Seria o caso de considerar as oscilações nas populações de predadores e presas ao longo do tempo, se mantendo necessariamente sempre estáveis, não saindo, deste modo, de um padrão considerado como de equilíbrio dinâmico estável. Trata-se de um equilíbrio com trajetória única (BODIN; WIMAN, 2004). É um compromisso bastante recorrente entre estudantes do ensino superior e da pós-graduação.

O compromisso com a ideia de quasi-estabilidade considera que o equilíbrio quase nunca está em um estado estável, oscilando em torno de atratores de estabilidade e momentos de instabilidade. É um compromisso próprio do conhecimento científico da ciência da ecologia contemporânea em interface com as ciências exatas. Os atratores são derivados de modelos matemáticos e podem ser traduzidos para uma linguagem coloquial como “pontos de equilíbrio”. Ou seja, o compromisso da quasi-estabilidade tem o equilíbrio apenas como um ponto de referência, ou simplesmente uma medida de tendência central, sem necessariamente permanecer nele, funcionando mais como um modelo para os cientistas do que como um estado preferencial para um sistema ecológico ou socioecológico qualquer, sabendo-se que o equilíbrio será necessariamente transiente.

Por exemplo, a questão 4 de nosso questionário apresentou um modelo de ciclos socioecológicos em floresta mediterrânea, envolvendo manejo antrópico e abandono de áreas pelas comunidades humanas, o que gerou um mosaico de sete estados diferenciais da paisagem. Ao ser questionado se variações dessa amplitude poderiam ocorrer, o participante da pesquisa E06 respondeu:

A diversidade e a transformação são as regras, mesmo sem interferência antrópica. Isto porque, além do fator antrópico, causas consideradas naturais também transformam os ecossistemas, tanto por fatores internos, como variações populacionais devido à predação, parasitismo, competição, etc., quanto por fatores externos como variações climáticas e distúrbios naturais como enchentes, tempestades e incêndios. Então, as populações, comunidades, ecossistemas, paisagens estão oscilando o tempo todo. Na Chapada Diamantina, por exemplo, cerrado arbustivo vira herbáceo por causa de incêndios e depois volta a ser como era antes.

O compromisso com o padrão quasi-estável do equilíbrio ecológico nos campos da Ciência da Ecologia e da Gestão Ambiental foi bastante difundido por Holling (1973), a partir justamente da observação de ecossistemas com múltiplos estados estáveis, modulados por mudanças de regimes derivadas de perturbações tidas como catastróficas, como seria o caso do exemplo dos incêndios dado por E06 na citação acima. Vale acrescentar, de acordo com Bodin e Wiman (2004), que, ao contrário do padrão dinâmico estável com trajetória única, trata-se de uma percepção sobre os sistemas ecológicos e socioecológicos em que o padrão seria não-linear, com mais de uma trajetória de desenvolvimento possível.

Por fim, outro compromisso articulado ao tema semântico do padrão do equilíbrio é o que pressupõe que o equilíbrio é apenas um ponto de referência instrumental, raramente alcançado, sendo que o comportamento do sistema é absolutamente randômico e aberto. Este compromisso ganhou grande impulsão com os estudos de Gleason (1939) sobre os padrões de distribuição da vegetação, o qual concluiu que não havia uma correlação causal entre os tipos de ambientes e a distribuição das plantas. No contexto da presente discussão, implica em considerar que não há equilíbrio entre populações e comunidades e o ambiente físico. Depois, estudos de ecologia de populações evidenciaram dinâmicas não-lineares estocásticas, com previsibilidade restritamente probabilística, levando alguns cientistas a inferir que o padrão de comportamento das populações é “caótico” ou, em outras palavras, instável (SIMBERLOFF, 1980).

Em nossos dados referentes ao domínio ontogenético percebemos uma correlação entre os compromissos do equilíbrio como condição normal ou princípio organizador com os compromissos do equilíbrio como sendo estático estável ou dinâmico estável. Parece haver uma lógica subjacente nesta correlação: ao se pressupor que os sistemas ecológicos e socioecológicos estão sempre naturalmente em equilíbrio, o corolário é pressupor que o equilíbrio tem alguma forma de estabilidade e linearidade. Por outro lado, a pressuposição de fluxo ou tendência transiente dos estados dos sistemas ecológicos e socioecológicos correlaciona-se com a pressuposição da não-linearidade dos padrões quasi-estáveis ou instáveis.

Mas a polêmica em torno dos estudos de Gleason repercute muito mais sobre o terceiro tema semântico vinculado a compromissos ontológicos que vamos tratar: o tema da manifestação espacial do equilíbrio. Nesse tema, questiona-se: qual é a configuração espacial do equilíbrio em um determinado espaço? Na gênese inicial do conceito, emergiu o compromisso com a continuidade do equilíbrio no espaço, de modo que o equilíbrio se apresentaria de forma homogênea em um determinado espaço, delimitado por aspectos geofísicos supostamente também homogêneos, tendo como consequência o fato de que comunidades ecológicas [associações ou formações] possuiriam um padrão de distribuição e estabilidade bem definidos para o mesmo tipo de ambiente. Em suma, o equilíbrio ecológico proporcionaria um tipo essencial para cada espaço físico específico.

Trata-se de um compromisso bastante arraigado no pensamento ecológico, associado a outro tema que discutiremos adiante, o do sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Aparece na história e filosofia da Ecologia em autores clássicos, tais como Clements e Tansley, como nos apresenta, por exemplo, Acot (1990) ao tratar da História da Ecologia, e Simberloff (1980), ao tratar da Filosofia da Ecologia. Em nossos dados empíricos, esse compromisso também foi bastante frequente quando muitos estudantes responderam que acreditavam ser possível um estado considerado ideal da vegetação, tido como “clímax”, ocupar toda a extensão de uma floresta, caso, sobretudo, interferências antrópicas fossem suprimidas.

Por outro lado, os estudos de Gleason o levaram a concluir que o que parecia ser uma unidade ecológica integrada [manifestação espacial contínua do equilíbrio, em nossos termos], era uma mal definida, acidental e oportunista reunião de organismos adaptados a um ambiente similar. Com base nessa asserção, Gleason



propôs a hipótese individualística da associação de plantas, que implica em considerar as comunidades botânicas como associações de indivíduos que se estabeleceram estocasticamente em um espaço, sem condição normal pré-estabelecida para o sistema ecológico (CALLICOTT, 2011). Esse é o fundamento de que nenhum ou diversos equilíbrios pontuais podem ocorrer em microescala dentro de um sistema, devido aos padrões estocásticos de distribuição e dinâmica populacional, resultando em paisagens heterogêneas. Em suma, é o fundamento para a categoria que denominamos de descontinuidade da manifestação espacial do equilíbrio.

Vale ressaltar que se discutiu na presente seção uma possível associação entre a categoria da manifestação espacial descontínua do equilíbrio com as categorias do padrão quasi-estável e instável, bem como com o compromisso em que se considera que o equilíbrio apresenta estado de fluxo ou transiência para os sistemas ecológicos ou socioecológicos. Por outro lado, observa-se também uma possível associação entre as categorias da manifestação espacial contínua do equilíbrio ecológico com as categorias do padrão estável estático e estável dinâmico, assim como com uma ideia de que o equilíbrio é condição normal ou princípio organizador dos sistemas ecológicos e socioecológicos. É possível conectar essas duas dicotomias com o status epistemológico atribuído ao conceito de equilíbrio ecológico. Isto é, considerando se ele representa um fenômeno real ou se pode ser eventualmente apenas um modelo instrumental.

O tema semântico **status epistemológico** remete à discussão da relação do conceito com o objeto de referência no mundo real, questionando o seguinte: o conceito reflete a realidade em si? Duas respostas normalmente são dadas para tal questionamento. A primeira delas apresenta uma perspectiva realista sobre o conceito, ao considerar que o equilíbrio ecológico existe de fato e pode ser descrito e alcançado na natureza. A outra apresenta uma perspectiva instrumental, ou anti-realista, ao considerar que o conceito pode se tratar apenas de um modelo, jamais representando a realidade tal como ela é.

A conexão entre os compromissos ontológicos e o status epistemológico do conceito de equilíbrio ecológico pode ser evidenciada através dos resultados do trabalho de pesquisa de Zimmerman e Cuddington (2007) com estudantes universitários, os quais responderam questionários sobre equilíbrio ecológico antes e

depois de um curso sobre Ecologia. Esses autores demonstraram que, mesmo após o curso:

[...] alguns indivíduos acreditam que o equilíbrio da natureza é o estado usual dos sistemas naturais, em vez de ser um modelo sobre como os sistemas naturais operam. [...] parece que, para alguns indivíduos, a metáfora do equilíbrio da natureza é um resumo de como a natureza funciona e, para outros, é um resumo da própria natureza (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 402, tradução nossa)<sup>43</sup>.

A afirmação de que alguns indivíduos acreditam que o equilíbrio da natureza é o estado usual dos sistemas naturais remete ao compromisso ontológico da natureza do equilíbrio como atributo dos sistemas ecológicos e socioecológicos, mais precisamente ao compromisso do equilíbrio como condição normal, sendo compreendido como o estado usual do sistema, ou princípio organizador, sendo compreendido como um resumo de como a natureza funciona. E a partir do momento em que o conceito é tratado como estado usual da própria natureza, “em vez de ser um modelo” (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 402), e resumo de como os sistemas ecológicos e socioecológicos funcionam, podemos concluir que o status epistemológico do conceito é realista. Ou seja, o sujeito considera que o conceito representa fielmente a realidade.

Hovardas e Kofiartis (2011) também apontam que estudantes de ensino médio apresentam concepções alternativas sobre o conceito de equilíbrio ecológico em que o conceito de equilíbrio é compreendido como sendo igual a natureza. Os próprios autores, no entanto, apresentam um compromisso que categorizamos como anti-realista, ou **instrumentalista**, na apropriação e uso do conceito de equilíbrio ecológico para explicar a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos ao propor que o objetivo de ensino em Ecologia seja demonstrar que o equilíbrio não é sinônimo da própria natureza, mas um estado transiente que pode ser explicado por mecanismos causais.

Não raro são encontradas correlações entre o tema semântico do status epistemológico do conceito com a previsibilidade da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos. O tema semântico **previsibilidade** nos leva a

---

<sup>43</sup> [...] some individuals believe that BON is the usual state of natural systems, rather than a model of how natural systems operate. [...] it seems that for some individuals, the BON metaphor is a shorthand for how nature works, and for others, it is a shorthand for nature itself (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 402).

questionar sobre as pressuposições de previsibilidade e determinações do desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos em função das dinâmicas de equilíbrio ou mesmo de não-equilíbrio. Um compromisso vinculado à categoria **determinística** leva à suposição de que o desenvolvimento do sistema até o equilíbrio pode ser inferido a partir de relações lineares com alto grau de previsibilidade. Um compromisso vinculado à categoria **não-determinística** leva à suposição de que o desenvolvimento do sistema até o equilíbrio ou em torno do equilíbrio só pode ser inferido em termos meramente probabilísticos, com alto grau de incerteza, uma vez que resulta de padrões caóticos e estocásticos que se interpõem em relações não lineares com interferência de contingências.

Pode ser considerada uma consequência lógica que um compromisso relacionado à categoria **não-determinística** implique em uma perspectiva instrumentalista sobre o conceito de equilíbrio. Ora, se a previsibilidade do desenvolvimento de um sistema ecológico ou socioecológico, seja em termos de trajetória ou de estado final, pode ser inferido apenas em termos probabilísticos, logo o pressuposto sobre o equilíbrio pode ser apenas instrumentalista, com o equilíbrio sendo considerado uma medida de tendência central, um ponto de referência ou um modelo. Por exemplo, a estudante de pós-graduação da área de biodiversidade, E05, ao ser incitada a comparar dois gráficos de dinâmica populacional (APÊNDICE A, questão 3A), um deles representando um padrão determinístico (gráfico 01) e outro um padrão probabilístico (gráfico 02), afirmou:

[...] o gráfico dois é mais realista, uma vez que é fruto de um estudo mensurativo, enquanto que o primeiro é um modelo e deve considera apenas a interação entre predador e presa per si, para exemplificar as expectativas oriundas dessa interação específica sem considerar demais fatores que podem interferir nas dinâmicas populacionais (E05, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade).

E05 aponta o gráfico com previsibilidade não-determinística como sendo “mais realista”, enquanto o gráfico com previsibilidade determinística é ressaltado como sendo um modelo. A estudante E05 considera ainda que o gráfico com previsibilidade determinística é uma simplificação da realidade, uma vez que isola fatores de influência, restringindo ao que denominamos de fatores intrínsecos, neste caso a interação predador-presa, o que serve justamente para exemplificar as “expectativas” sobre a dinâmica populacional, i.e., a previsibilidade. Por outro lado, o

gráfico “não-determinístico”, para E05, é “mensurativo”, com base em dados empíricos, o que possivelmente pode implicar na suposição da influência de fatores extrínsecos.

O tema semântico que aborda o sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos é semelhante ao tema semântico anterior. Enquanto a previsibilidade trata sobre como o desenvolvimento do sistema pode ser previsto, o sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos diz respeito ao possível estado final de desenvolvimento dos sistemas. Esse tema, portanto, parte de um questionamento sobre qual a orientação possível em relação ao equilíbrio para o desenvolvimento do sistema.

Três compromissos foram identificados. Um compromisso **teleológico**, que envolve a suposição de que o estado ideal ou climático de equilíbrio é o sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos, através de uma dinâmica sucessória determinística. Os outros dois compromissos convergem com a categoria **não-determinística**. O compromisso com a ideia de sentidos múltiplos de desenvolvimento do sistema sustenta que diferentes condições de equilíbrio ou dinâmicas de não-equilíbrio podem ser alcançadas com o desenvolvimento do sistema, que também poderia ficar oscilando entre estados alternativos estáveis. O compromisso com a ideia de que nenhum sentido existe no desenvolvimento dos sistemas pressupõe a existência de uma dinâmica de não-equilíbrio com variações restritamente randômicas, de modo que o sistema jamais se desenvolve para o equilíbrio, sequer oscila próximo a um estado de equilíbrio.

Ao ser questionada sobre o que pode gerar variação espacial em uma floresta tropical, em termos de estrutura da vegetação (APÊNDICE A, questão 1A), a estudante E05 também traz uma resposta que serve de exemplo para o compromisso com a ideia de sentidos múltiplos, quando descreve a variação espacial:

[...] o restabelecimento das espécies irá variar e os fragmentos irão se encontrar em estados distintos, como demonstrado pela figura. A recolonização de uma área após algum distúrbio pode ser facilitado por fatores como a proximidade com outros fragmentos e características prévias como tipo do solo e disponibilidade de recursos (E05, estudante de pós-graduação da área de biodiversidade).

Observa-se que E05 considerou a possibilidade de múltiplos estados se desenvolverem simultaneamente dentro de uma mesma mancha florestal, a depender de fatores intrínsecos (ex.: tipo de solo) e extrínsecos ao sistema (ex.: proximidade com outros fragmentos). A multiplicidade de fatores normalmente é um argumento que leva a concluir que os sistemas são estocásticos, ou seja, com previsibilidade não-determinística. A estudante E05 justifica mais de uma vez, portanto, o seu ponto de vista sobre a previsibilidade e o sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos por meio de uma discussão sobre os fatores causais sobre a dinâmica desses sistemas.

O compromisso com a teleologia foi recorrente nas concepções alternativas ao conceito de equilíbrio ecológico, bem como se encontra bastante associado à pressuposição de sucessão ecológica determinística de florestas, conforme discutido por Simberloff (1980). Ao ser questionada sobre a ocorrências de mudanças em florestas diante da ausência de distúrbios na questão 2D, (APÊNDICE A), A05, estudante de pós-graduação da área de engenharia, considerou que “A floresta iria acabar encontrando seu novo equilíbrio”. Ou seja, numa hipotética ausência de distúrbios, A05 supõe que a floresta se desenvolve propositalmente no sentido de um estado de equilíbrio, o que é provavelmente análogo ao que seria o clímax na teoria da sucessão ecológica determinística, como discutido por Simberloff (1980).

Cumprir destacar, da afirmação de A05, que podemos interpretar como uma suposição implícita de que o mecanismo causal para este desenvolvimento é um comportamento da própria floresta, uma vez que a mesma “iria acabar encontrando seu novo equilíbrio”, como que em um comportamento ativo e consciente do sistema ecológico, o que trataremos abaixo como uma perspectiva de causalidade antropomórfica para o equilíbrio ecológico. O comportamento antropomórfico, nesse caso, sugere também que a recuperação da floresta teria um propósito, o de atingir o estado de equilíbrio, o que coaduna com os pressupostos filosóficos do pensamento teleológico.

O compromisso que considera que o desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos tem nenhum sentido foi identificado apenas nas investigações que enfatizaram o domínio sociocultural. Pode-se discutir a possível existência desse compromisso em apenas uma estudante que participou da pesquisa, a estudante E07, da área de biodiversidade, quando esta considera que “Não existe equilíbrio ecológico”. Ora, se não há equilíbrio, de modo algum se pode

supor um compromisso com a teleologia ou mesmo com os sentidos múltiplos para o desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

Na pesquisa de Zimmerman e Cuddington (2007) também apenas um estudante manifestou o que pode ser o compromisso em discussão e de forma semelhante a E07:

“Acredito que tal termo pode ser descartado porque nunca pode haver um 'equilíbrio na natureza'. Sempre há perturbações, flutuações que impedem que isso aconteça” (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 400, tradução nossa)<sup>44</sup>.

Na literatura mobilizada para investigar o domínio sociocultural, o compromisso com a ideia de que os sistemas ecológicos e socioecológicos não se desenvolvem para sentido algum está relacionada normalmente a situações específicas, à exceção de Simberloff (1980) que generaliza este compromisso para todo e qualquer sistema ecológico e socioecológico. Wu e Loucks (1995) mencionam que alguns sistemas ecológicos em pequenas escalas podem ser tratados como exibindo dinâmicas transientes contínuas, de modo que o reconhecem como sendo sistemas efêmeros sem qualquer propriedade de equilíbrio. Consequentemente, estes sistemas jamais se desenvolveriam para qualquer estado de equilíbrio.

Walter (2008), por sua vez, afirma que a ecologia que analisa as interações dos indivíduos com o entorno (ecologia de indivíduos ou autoecologia) normalmente não pressupõe tendências estacionárias, que seriam as tendências de desenvolvimento para o equilíbrio, ao passo que observa aumentos e quedas nas taxas de mortalidade, natalidade, emigração e imigração sem estabelecer correlações com a ideia de que as populações possam formar uma entidade com propriedades específicas, a exemplo de um ponto de equilíbrio.

O sétimo e o oitavo temas relacionam-se de modo recorrente aos temas semânticos **previsibilidade** e **sentido do desenvolvimento**, na medida em que são abordados para justificar os compromissos que abordam esses temas, conforme expusemos em citações acima. O sétimo tema refere-se ao fato causal determinante para as dinâmicas de equilíbrio ou de não-equilíbrio. Normalmente, a discussão

---

<sup>44</sup> “I believe that such a term can be discarded because there can never be a ‘balance in nature.’ There is always disturbance, fluctuations that prevent it from happening (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007, p. 400)”.

sobre o fator causal para o equilíbrio ecológico recai na discussão sobre o papel dos distúrbios na dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos, se estes são considerados como parte do sistema ou não, isto é, como fator causal para a dinâmica considerada padrão.

Quando apenas fatores internos do sistema ecológico ou socioecológico são considerados na dinâmica padrão do sistema, há o pressuposto subjacente também de que o sistema é fechado. Assim, embora fluxos externos possam ser levados em conta, não são considerados determinantes para a dinâmica padrão do sistema, de modo que distúrbios jamais são considerados como parte intrínseca da dinâmica, mas são tidos como anomalias, sem os quais o sistema volta a funcionar “normalmente”. Categorizamos esses pressupostos como fator causal **restritamente intrínseco**.

Pickett, Kolasa e Jones associam o compromisso relacionado à categoria que discutimos no parágrafo acima ao paradigma do equilíbrio, ressaltando exatamente que os sistemas são considerados nesse paradigma como fechados e, portanto, virtualmente livres de distúrbios (PICKETT; KOLASA; JONES, 2010). Na literatura de concepções alternativas, esse compromisso geralmente aparece da seguinte forma:

[...] o equilíbrio é frequentemente naturalizado como um estado prévio às perturbações - isto é, um estado de equilíbrio que existia antes da perturbação especificamente por atividades humanas (EDEN; BEAR, 2011, p. 3, tradução nossa)<sup>45</sup>.

Infere-se da citação de Eden e Bear (2011) que o estado de equilíbrio depende da ausência de perturbações, sobretudo daquelas que são de origem antrópica, mas não apenas. Outras perturbações, consideradas nesse contexto como externas ao sistema, também são citadas nas diversas fontes analisadas, como, por exemplo, furacões, enchentes, incêndios provocados por causas naturais e surtos epidêmicos.

Quando tanto fatores internos quanto externos ao sistema ecológico ou socioecológico são considerados na dinâmica padrão do sistema, o pressuposto subjacente, por sua vez, é de que o sistema é aberto. Assim, os fluxos externos também são considerados determinantes para a dinâmica padrão do sistema, de

---

<sup>45</sup> “[...] equilibrium is frequently naturalised as a ‘pre-disturbance’ state – that is, a state of balance that existed prior to disturbance specifically by human activities (EDEN; BEAR, 2011, p. 3)”.

modo que distúrbios, ainda que sendo tidos como fatores extrínsecos, podem ser considerados como parte intrínseca da dinâmica.

Sendo assim, categorizamos esses pressupostos como fator causal **intrínseco / extrínseco**, o qual pode ser exemplificado pela discussão de Pickett, Kolasa e Jones sobre o paradigma do não-equilíbrio. O paradigma do não-equilíbrio concebe os sistemas ecológicos como sendo abertos, regulados por fatores internos e externos, e admite os distúrbios e a influência humana como influência para a dinâmica padrão (PICKETT; KOLASA; JONES, 2010).

É importante ressaltar que o compromisso com o pressuposto de que tanto fatores intrínsecos quanto extrínsecos podem ser determinantes para a dinâmica padrão dos sistemas ecológicos e socioecológicos foi bastante mobilizado em sala de aula e nos questionários para justificar os compromissos com a ideia de fluxo da natureza, de padrão quasi-estável ou instável da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos, de manifestação espacial descontínua do equilíbrio, de previsibilidade não-determinística e do desenvolvimento dos sistemas com nenhum sentido ou sentidos múltiplos. Cenários em que os distúrbios são considerados recorrentes e/ou determinantes para a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos, de acordo com nossa análise, parecem servir como contextos propícios para a emergência dos compromissos elencados no presente parágrafo, de modo que apresentam potencial para microgêneses.

O oitavo tema está intimamente relacionado ao tema fator causal. Trata-se do tema mecanismo causal. Na filosofia da ciência contemporânea os mecanismos causais são definidos ou como conjuntos de entidades ou como processos, cuja descrição visa explicar o funcionamento dos sistemas, incluindo normalmente finalidades preditivas (SOLAR; MARONE; CASENAVE, 2014). O tema, então, produz polissemia através da problemática de qual é a causalidade ou como é a regulação para a transformação ou equilíbrio do sistema. Identificamos quatro compromissos epistemológicos possíveis para a significação do conceito de equilíbrio ecológico: 1) ajuste providencial; 2) homeostático; 3) cibernético e 4) panárquico.

O compromisso com o ajuste providencial como causalidade para o equilíbrio ecológico parte do pressuposto de que o equilíbrio é determinado e mantido por providência divina ou por comportamento antropomórfico do ambiente ou da natureza, o que não necessariamente demanda uma explicação causal material. Ou



seja, a assunção desse compromisso implica que não está posto o problema científico da causalidade material para o equilíbrio ecológico. Alguns autores consideram que esse compromisso está na raiz do conceito de equilíbrio ecológico, sendo o equilíbrio da natureza considerado uma ordem intrínseca criada por Deus (STERELNY; GRIFFTHS, 1999).

Egerton (1973) articula a perspectiva antropomórfica com a do *design* e regulação sobrenatural, afirmando que, quando a natureza é vista antropomorficamente, é como se o equilíbrio da natureza fosse emanado a partir do poder de deuses. Na literatura de concepções alternativas esse pressuposto é recorrente. No caso da nossa pesquisa empírica, identificamos apenas a perspectiva notadamente antropomórfica, sem menção explícita ao sobrenatural. Por exemplo, como ocorreu com o estudante de bacharelado em Ciências Biológicas, B04, na seguinte interação discursiva:

**1. Professor:** [...] vocês consideram aqui / que / a espécie humana / ela pode / causar modificações e / e é difícil levar em conta todos os fatores que vão tá / (+) [gesticula fazendo movimentos alternados com as mãos e olhando para toda a turma que fica quieta] / não é isso? / desenvolver / a recuperação / e / não sendo capaz / não sendo capazes de prever tudo isso então / seria mais prudente / eh / a espécie humana se abster nesse processo / mais ou menos isso? [todos continuam quietos, B04 balança a cabeça, inclinando-a levemente de um lado para o outro] / Mas aí por outro lado a gente considera que / o ambiente / ele se modifica até naturalmente mesmo / (+) / como é que a gente pode lidar com isso ? / (++) / Não seria um paradoxo / de repente? / O que é que cês acham?

(++)

**2. B02:** Acho que não / (+) / acho que não

**3. Prof.:** Não?

**4. B04:** Os sistemas / sabem / como mudar [...].

O compromisso que relacionamos à categoria homeostática ou organicista é o primeiro que se relaciona à tentativa de explicar as causas materiais para o equilíbrio ecológico. Esse compromisso implica na suposição de que o equilíbrio tem causalidade linear/simple com autorregulação análoga à de organismos, sendo os seres vivos normalmente considerados como as entidades determinantes nos processos de regulação do sistema. Ao contrário de quando se atribui um comportamento antropomórfico à natureza ou aos sistemas ecológicos, não há atribuição de racionalidade ao funcionamento organicista do sistema.

Ressalta-se nesse compromisso uma ideia de que os ecossistemas possuem autorregulação tal como se fosse um organismo vivo em que todos os componentes do sistema se integram como se fossem um. Uma fala bastante ilustrativa da categoria homeostática é a de um participante da pesquisa de Zimmerman e Cuddington (2007, p. 4, tradução nossa), que disse: "[o equilíbrio da natureza] ocorre quando o ecossistema e todos os seus membros trabalham como um organismo vivo que é autossustentado". Observa-se nessa fala todos os elementos que destacamos para descrever o compromisso em discussão no presente parágrafo. Atribui-se protagonismo aos seres vivos na dinâmica do ecossistema, integração de todos os organismos no sentido de formar uma entidade organísmica e a perspectiva de que ocorre autor-regulação, citada como autossustentação.

Assim como a categoria homeostática, a categoria cibernética relaciona-se a um compromisso que pressupõe a existência de autorregulação sistêmica com o propósito de alcance e manutenção do equilíbrio. Diferente do compromisso que discutimos anteriormente, a categoria cibernética não inclui um pressuposto que ressalta o papel dos organismos vivos como determinantes para a existência e regulação do equilíbrio ecológico, uma vez que ressalta os fluxos de matéria e energia no contexto de uma dinâmica em que o sistema ecológico é visto como termodinamicamente aberto. Sendo assim, os sistemas ecológicos e socioecológicos não são vistos como entidades organísmicas, mas como entidade quasi-organísmicas, cujo funcionamento pode ser explicado em termos mecanicistas ao invés de organicistas ou vitalistas (BOWLER, 1992b).

O mecanismo causal cibernético começou a ser sistematizado por Tansley (1935), questionando pressupostos da teoria do superorganismo de Clements (1916). Tansley (1935) propôs o conceito de ecossistema e destacou que o ambiente físico em geral (por exemplo, as condições químicas, a textura e a umidade do solo) é um fator tão importante quanto o clima, as plantas e outros organismos na estruturação das entidades ecológicas, a exemplo dos ecossistemas.

Com os trabalhos de, principalmente, Lindeman, a partir da década de 1940, a Ciência da Ecologia com abordagem ecossistêmica, esboçada por Tansley (1935), passou a ser aplicada em termos de descrições de fluxos de energia e ciclagem de nutrientes, considerando os ecossistemas como sistemas termodinamicamente abertos (VALK, 2014). Os irmãos Odum passaram a descrever tais fluxos como se fossem sistemas cibernéticos, através de diagramas baseados nos sistemas

eletrônicos de informação com diversas alças de retroalimentação (*feedback loops*); (HAGEN, 1992), representando, desse modo, um funcionamento mecanicista.

A distinção da categoria cibernética em relação a categoria homeostática tem uma relevância histórica para a Ciência da Ecologia e convém delimitá-la aqui, tendo em vista a potencialidade do perfil proposto para aplicação no planejamento do ensino de Ecologia e Ciências Ambientais no nível superior. Todavia, ocorrem convergências na própria história da Ecologia e das Ciências Ambientais, como na teoria Gaia (KRICHER, 2009).

Algumas análises históricas e filosóficas consideram, inclusive, que as proposições de Clements (1916) e Tansley (1935), bem com a teoria do superorganismo e a teoria ecossistêmica, possuem alguns pressupostos e definições conceituais que podem ser considerados análogos (HAGEN, 1992; SIMBERLOFF, 1980). O modo de falar, contudo, é notadamente distinto, apesar de a teoria ecossistêmica ser, muitas vezes, associada à visão organísmica sobre a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos, no contexto do movimento ambientalista (OATES, 1989).

A quarta categoria que identificamos é a panárquica. Refere-se a um compromisso que atribui causalidade ao padrão do equilíbrio ecológico a fatores em diversas escalas espaço-temporais que podem ser analisadas hierarquicamente, levando em conta tanto efeitos ascendentes (*bottom-up*), quanto descendentes (*top-down*). Nesse contexto, o compromisso ressalta a importância dos distúrbios, que podem ser gerados inclusive pela estocasticidade das dinâmicas intrínsecas (por exemplo, das dinâmicas populacionais), e não apenas por fenômenos extrínsecos (por exemplo, incêndios), o que é visto, muitas vezes, como gerador da transiência e regulador dos ciclos de múltiplos equilíbrios nos processos de mudanças e persistência dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

O conceito de panarquia foi proposto no contexto da teoria da resiliência ecológica de Holling (HOLLING, 2001; GUNDERSON; HOLLING, 2002). O conceito de panarquia integra todos os principais pressupostos da teoria da resiliência ecológica e socioecológica para explicar a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos vistos como possuindo estados transientes em meio a padrões quasi-estáveis e equilíbrios múltiplos, ressaltando processos multi-escalares aninhados (WU; WU, 2013). Vale ressaltar que os processos multi-escalares também podem ser admitidos pelos dois compromissos anteriores, especialmente o

referente à categoria cibernética, mas o compromisso ora discutido não alude à auto-regulação, ao contrário dos dois anteriores e nem adota modos de falar derivados de perspectivas organicistas ou mecanicistas.

Consideramos que a teoria de Holling e o conceito de panarquia apresentam uma sistematização suficiente para representar o compromisso que identificamos. De acordo com o conceito de panarquia, o mecanismo causal das dinâmicas padrões dos sistemas ecológicos ou socioecológicos ocorre em uma ampla gama de escalas espaciais e temporais, variando de dias a épocas geológicas e de um micro-habitat –que pode ser, por exemplo, uma folha – à biosfera, sendo um sistema notadamente aberto (WU; WU, 2013).

A panarquia é um modelo da interação entre as entidades e processos nas diversas escalas numa hierarquia aninhada com equilíbrios múltiplos transientes, levando-se em conta ainda a incerteza como fator recorrente como desencadeador de mudanças (HOLLING 2001; GUNDERSON; HOLLING 2002). A panarquia é apresentada também como mecanismo causal no qual sistemas naturais, humanos e socioecológicos estão interligados em intermináveis ciclos de crescimento, acumulação, reestruturação e renovação, através de diversas escalas, descrevendo a natureza transformativa dos sistemas ecológicos e socioecológicos (HOLLING, 2001; BRAND; JAX, 2007; WU; WU, 2013).

Holling (2001) apontou ainda que, em um sistema ecológico ou socioecológico, cada nível hierárquico pode operar em seu próprio ritmo, em que, normalmente, as escalas menores apresentam uma maior velocidade de transformação do que as escalas maiores. Assim, os processos mais lentos tendem a cumprir de forma mais recorrente o papel de memória do sistema, uma vez que dispõem de características decisivas para os processos que favorecem a reorganização e persistência dos sistemas ecológicos ou socioecológicos, enquanto os processos mais rápidos são determinantes para a ruptura e transformação. Por exemplo, em uma floresta, um incêndio inicialmente originado em um nível local pode se expandir rapidamente para consumir grandes extensões da floresta, podendo provocar uma ruptura do estado de equilíbrio de então. Após o incêndio, a floresta pode se renovar lentamente a partir de recursos como bancos de sementes e organismos que retornam de escalas espaciais maiores (WU; WU, 2013).

Os últimos compromissos que abordaremos aqui são de grande relevância, pois são compromissos axiológicos, os quais possivelmente cumprem o papel de

modular os modos de pensar, influenciando sobre a apropriação e mobilização dos demais compromissos nos diferentes contextos de significação em que as pessoas se situam (MATTOS, 2014). O tema **relação do ser humano com os sistemas ecológicos** destaca-se como um tema intimamente associado ao tema **fator causal**. O tema **relação do ser humano com os sistemas ecológicos** destaca-se como um tema intimamente associado ao tema “fator causal”, sendo que nada mais é do que a perspectiva que as pessoas têm diante da seguinte pergunta: as sociedades humanas são fatores determinantes para as dinâmicas ecológicas? O presente tema gera polissemia nas respostas sobre a problemática de como os seres humanos influem sobre o equilíbrio ecológico.

As categorias e respectivos compromissos que identificamos relacionados ao tema referido no parágrafo acima são: 1) subordinação – considera que a natureza e toda a sua dinâmica, incluso o equilíbrio ecológico, serve às necessidades humanas; 2) separação – supõe que existe uma natureza intocada e qualquer intervenção humana é considerada distúrbio, sendo indesejável e nefasta para o equilíbrio; 3) integração – considera que os seres humanos fazem parte dos sistemas ecológicos e influenciam os padrões de equilíbrio ou não-equilíbrio nas diversas escalas, mesmo quando não há interferências diretas; 4) otimização – supõe que os sistemas ecológicos socioecológicos podem ser desenvolvidos no sentido de se chegar a um estado preferencial com produtividade ótima e 5) adaptação – supõe que a solução ótima geralmente não é a mais adequada, sendo necessário fazer manejo adaptativo e participativo para lidar com imprevisibilidades em torno das dinâmicas de múltiplos equilíbrios e de não-equilíbrio. Os três primeiros compromissos dizem respeito sobre como é vista a relação do ser humano com a dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos; os dois últimos, sobre como deve ser. Portanto, aqueles têm um caráter descritivo; esses, prescritivo.

O compromisso relacionado à categoria **subordinação** foi identificado apenas no domínio sociocultural. Não obtivemos dados relacionados a esse domínio nas fontes de concepções alternativas, nem nos nossos dados empíricos obtidos em gravações de interações discursivas em sala de aula e questionários. É um compromisso que tem uma origem eminentemente religiosa, fortemente associada ao mecanismo causal de **ajuste providencial**, uma vez que a subordinação das

dinâmicas ecológicas ao ser humano seria por ordem sobrenatural, como está implícito no livro “Gênesis” da Bíblia<sup>46</sup>; <sup>47</sup>.

É possível identificar o compromisso relacionado à categoria **subordinação** nos postulados de um dos mais importantes precursores da Ciência da Ecologia, Carl von Lineu, segundo Acot (1990):

‘no governo da natureza, o homem é o mais alto seguidor’ e, destarte, ‘a natureza inteira tende a prover a felicidade do homem, cuja autoridade se estende por toda a terra e que pode se apropriar de todo o seu produto’ (ACOT, 1990, p. 7).

O compromisso relacionado à categoria **separação**, por sua vez, foi identificado em todas as fontes de pesquisa. Relaciona-se ao que Acot (1990) denominou de ideologia de alerta, presente também no pensamento de Lineu, a qual alerta para a fragilidade dos “equilíbrios naturais” e para a ação destrutiva do ser humano. O compromisso assume uma separação do ser humano com os sistemas ecológicos a partir do momento em que considera ação humana como único fator para a ocorrência de distúrbios e rupturas do equilíbrio ecológico ou supõe que a dinâmica dos sistemas ecológicos ideal no sentido de desenvolvimento para o equilíbrio ecológico só seria possível sem a presença humana, como nas políticas preservacionistas analisadas por Diegues (2004) que instituem espaços territoriais especialmente protegidos para proteção da natureza, excluindo-se a presença humana.

O compromisso relacionado à categoria **integração**, por outro lado, assume que há influências humanas em, virtualmente, todos os sistemas ecológicos, mesmo nos ambientes que são aparentemente intocados ou distantes das sociedades humanas (DIEGUES, 2004; PICKETT et. al, 2010), podendo, inclusive, ter papel regulador nas dinâmicas de equilíbrios múltiplos, como no modelo analisado por Etienne (2003) que utilizamos no questionário.

A categoria **integração** foi identificada em todas as fontes, aparecendo de modo recorrente em nossos dados empíricos no contexto de questões que

---

<sup>46</sup> “Então disse Deus: ‘Façamos o homem à nossa imagem, conforme a nossa semelhança. Domine ele sobre os peixes do mar, sobre as aves do céu, sobre os animais grandes de toda a terra e sobre todos os pequenos animais que se movem rente ao chão’” (BÍBLIA, 1982, Gênesis 1:26).

<sup>47</sup> “Tudo o que vive e se move lhes servirá de alimento. Assim como lhes dei os vegetais, agora lhes dou todas as coisas [os animais]” (BÍBLIA, 1982, Gênesis 9:3).

indagaram sobre o manejo de ecossistemas ou de comunidades ecológicas pela ação humana. Por exemplo, na questão 5C (APÊNDICE A), os participantes foram desafiados a dar um parecer sobre o manejo pesqueiro de populações de lagostas e bacalhaus, quando ocorreu uma abrupta alteração em ambas as populações, e o participante da pesquisa A06, respondeu:

Se uma região tem dificuldades sócio-econômicas e a alteração [das populações de lagostas e bacalhaus] pode melhorar a vida da comunidade local, pode ser feita [a pesca]. Caso contrário, não. Porém, deve haver uma restrição para as modificações em nível global (A06, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

O participante da pesquisa A06 considera que, diante de certas circunstâncias – necessidades sócio-econômicas –, são admissíveis mudanças ambientais, como abruptas alterações do padrão populacional em comunidades ecológicas, desde que se restrinjam a modificações em nível local.

No mesmo contexto ou em contextos semelhantes a questão 5C (APÊNDICE A), os compromissos relacionados às categorias **otimização** e **adaptação** também foram identificados de forma recorrente. A participante da pesquisa P02, também na questão 5C (APÊNDICE A), afirmou:

A pesca tanto do bacalhau quanto da lagosta deveria ocorrer de forma sustentável de modo a não impactar na população de ambas as espécies, devendo ser espaçadas para permitir o seu restabelecimento natural (P02, participante da pesquisa, graduada em engenharia ambiental).

As pressuposições de uma pesca sustentável que não cause impacto sobre as populações e de “reestabelecimento natural” em um tempo delimitado pela gestão humana, sem menções às imprevisibilidades inerentes a esse tipo de situação ou à necessidade de monitoramento para avaliação e ajustes contínuos, permitem inferir que se trata da crença na possibilidade de ocorrer uma produtividade ótima, do ponto de vista socioecológico. A indicação de um espaçamento, que seria no tempo, demanda conhecimento sobre o sistema socioecológico em questão. A ambição de conhecer os sistemas ecológicos numa escala global, a ponto de se tornar possível planejar todas as alças de retroalimentação das interações humanas com o ambiente e otimizar a produtividade dos sistemas socioecológicos é típica de abordagens cibernéticas na Ciência da Ecologia (BOWLER, 1992b).

O compromisso vinculado à categoria **adaptação** é pouco recorrente. Identificamos principalmente no contexto dos discursos que advogam um ensino de Ecologia que não seja baseado nos pressupostos da existência do equilíbrio como condição normal ou princípio organizador da natureza e dos padrões estáveis como sendo os padrões gerais da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos (HOVARDAS; KOFIATIS, 2011). Diferente do compromisso com a otimização dos sistemas ecológicos e socioecológicos, o compromisso com a adaptação não prevê o desenvolvimento de produtividades ótimas na relação do ser humano com os sistemas ecológicos, mas ressalta a imprevisibilidade e recorrência dos distúrbios, a heterogeneidade espaço-temporal e a complexidade causal na dinâmica ecológica, levando a posicionamento em que se ressalta a necessidade de compreender e lidar com as mudanças (WU; LOUCKS, 1995). Walter (2008) apresenta um caso em que consideramos um exemplo de aplicação prática desse compromisso:

[...] Ambientes áridos são heterogêneos e imprevisíveis no espaço e no tempo, mas essa é uma característica comum a todos os ambientes, não obstante de maneiras variadas. [...] Para sobreviver, eles [os pastores Ngisonyoka nômades da região de Turkana, no noroeste do Quênia] ‘gerenciam suas vidas’ adaptando-se comportamental e socialmente às contingências ambientais.

[...]

A incerteza e o risco inerentes a tal sistema se manifestam na estratégia geral para a pecuária [...] Além do nomadismo, indivíduos e grupos respondem às mudanças das condições ambientais ajustando os padrões de dieta e de atividades, cuidados com os indivíduos juvenis e lactentes, bem como a estrutura e a distribuição de grupos no ambiente. [...] Todas essas ações têm consequências fisiológicas, sociais e demográficas [...], e as respostas dos tomadores de decisão podem ser vistas como sendo mais uma introdução de um elemento estocástico no sistema (WALTER, 2008, p. 431-432, tradução nossa)<sup>48</sup>.

---

<sup>48</sup> “[...] arid environments are heterogeneous and unpredictable across space and through time, but this is a feature that is common to all environments albeit in various ways. [...] To survive, ‘manage their lives’ by adapting behaviorally and socially to environmental contingencies.

[...]

The uncertainty and risk inherent in such a system manifests itself in the overall strategy towards livestock husbandry [...] Besides movement, individuals and groups respond to changing environmental conditions by adjusting diet and activity patterns, infant and childcare, and group structure and distribution across the landscape. [...] These actions all have physiological, social and population structure consequences [...], and the responses of the decision makers can be seen as introducing a further stochastic element into the system (WALTER, 2008, p. 431-432)”.



Walter (2008) trata, nesse trecho, da Ecologia Humana dos pastores nômades Ngisonyoka da região de Turkana no noroeste do Quênia, na África subsaariana. A região de Turkana é retratada como uma região heterogênea e com muitas imprevisibilidades no espaço e no tempo, o que demanda um modo de vida dos Ngisonyoka adaptado às variações ambientais. Além disso, é um povo que vive da pecuária no contexto do nomadismo, o que os torna mais suscetíveis às variações ambientais. Assim, os Ngisonyoka sobrevivem com uma cultura que lida com os desafios postos pelo ambiente local, em uma socioecologia que se assemelharia ao manejo adaptativo (WALTER, 2008).

O tema **valor** é o último tema gerador de polissemia que trataremos. A polissemia nesse tema é gerada por meio da atribuição de juízo de valor ao equilíbrio ecológico no contexto da compreensão das dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Assim, os compromissos axiológicos que emergem a partir desse tema atribuem uma qualidade inerente ao equilíbrio ecológico, considerando-o essencialmente bom e harmônico, ou relativizam juízos de valores de acordo com a situação abordada e/ou com o ponto de vista do observador e do objeto foco do observador.

Ao compromisso que considera que o equilíbrio ecológico representa um ideal de harmonia, benevolência e perfeição da dinâmica natural dos sistemas ecológicos, associamos a categoria **benevolente / harmônico**. Nas fontes do domínio sociocultural (ex.: EGERTON, 1973) e na literatura de concepções alternativas (ex.: NIKISIANIS; STAMOU, 2016), há muitas menções ao pressuposto de harmonia como sendo uma característica do paradigma ou metáfora do equilíbrio ecológico. Em nossos dados empíricos, o compromisso apareceu de modo recorrente, sobretudo entre participantes da pesquisa e discursos que afirmam a existência do equilíbrio ecológico como condição normal ou princípio organizador da natureza. O estudante A08, da área de engenharia, por exemplo, ao opinar sobre uma asserção sobre o equilíbrio da natureza (APÊNDICE A, questão 6), afirmou:

[...] na natureza deve haver o equilíbrio entre as espécies para que não haja a supremacia de uma espécie em detrimento de outra, podendo-se provocar desequilíbrio no uso dos recursos naturais como fonte de alimento ou a própria disputa de espaços considerados como habitats (A08, estudante de pós-graduação da área de engenharia).

O participante da pesquisa A08 situa o equilíbrio ecológico como um estado em que haveria uma harmonia mesmo nas interações ecológicas que são denominadas de desarmônicas nos livro-texto de Ecologia, como competição interespecífica. Além disso, pode-se inferir que haveria um propósito para a harmonia do equilíbrio ecológico: beneficiar todas as espécies.

Por fim, associamos a categoria **dependente** ao compromisso que considera a dinâmica da natureza como sendo transformativa, com estados transientes, de modo que as condicionantes de um determinado equilíbrio podem tornar-se inadequadas diante de mudanças ou mesmo de pontos de vista. Nos nossos dados empíricos, esse compromisso emergiu principalmente quando os participantes da pesquisa foram questionados sobre qual estado seria ideal em contextos socioecológicos com diversidade de interesses. No domínio sociocultural, a categoria **dependente** emerge de modo mais amplo, levando em conta interações ecológicas de uma maneira geral, descrevendo-as como não tendo propósito algum (WALTER, 2008), ressaltando que os indivíduos e espécies não interagem de forma harmônica e benevolente uns com os outros (JANSEN, 1972). Cooper (2001), também citando White (1993), apresenta uma imagem bastante expressiva que identificamos como representativa para o compromisso associado à categoria **dependente**:

A oposição [ao que Cooper chama de argumento em favor do equilíbrio da natureza] é guiada por uma imagem diferente, em que os organismos, tal como Sísifo, agarram-se à existência, travando uma infundável batalha contra um ambiente hostil e inadequado. Aqui o potencial reprodutivo da população é gasto apenas para persistir; os tempos nunca são bons o suficiente, ou nunca são bons o suficiente por tempo suficiente, para que ocorra uma explosão malthusiana, e as comunidades são conjuntos fortuitos de organismos onde todos estão ganhando a vida no mesmo lugar (COOPER, 2001, p. 488).

[...]

‘Sobreviver nesta Terra é, e sempre foi, especialmente para os muito jovens, uma luta, um negócio arriscado... Tampouco existe uma densidade “ótima” ou “em equilíbrio” de uma população na natureza - apenas o número máximo que consegue sobreviver a cada geração de uma população que é pressionada duramente contra a variável, mas sempre limitada oferta de recursos em seu ambiente [...]. É uma luta solitária, vivendo em um mundo inadequado’ (WHITE, 1993, p. 5 apud COOPER, 2001, p. 488).<sup>49</sup>

<sup>49</sup> The opposition is guided by a different image, one of Sysiphean organisms clinging to existence by waging a relentless uphill battle against a hostile and inadequate environment. Here the reproductive potential of the population is spent just managing to persist; times are never good enough, or they are never good enough for long enough, for the Malthusian explosion to be a factor, and communities are

Em suma, o que Cooper (2001) e White (1993) ressaltam é a ausência de condições ideais para a sobrevivência e reprodução dos indivíduos. Se afirmam que jamais há condições ideais para os seres vivos, ao passo que dizem haver uma luta pela sobrevivência com pouco ou nenhum espaço para colaboração, numa narrativa que é utilizada como contraponto para o argumento em favor do “equilíbrio da natureza”, ao refletir sobre interações ecológicas e dinâmicas populacionais, podemos concluir que não há um compromisso com o pressuposto de existência de harmonia nas dinâmicas ecológicas e socioecológicas.

A identificação dos temas e respectivas categorias e compromissos tornou possível organizar a polissemia em torno desse conceito em uma matriz semântica (Quadro 2).

Quadro 2 – Matriz semântica relacionando compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos em torno de temas estruturantes do conceito de equilíbrio ecológico na compreensão da dinâmica de sistemas ecológicos e socioecológicos.

TEMA	CATEGORIAS	COMPROMISSOS	
<b>1. Natureza</b>	a. Condição normal ou princípio organizador	O equilíbrio é considerado como a condição normal ou o princípio organizador da natureza, de forma que o funcionamento da mesma se dirige ao equilíbrio ou é governada pelo equilíbrio	<b>Ontológicos</b>
	b. Tendência transiente / fluxo	Considera-se que o equilíbrio se transforma ou mesmo não existe, sendo entendido como um processo resultante de mecanismos causais que fazem o sistema mudar em direção a um estado temporariamente mais estável, não necessariamente alcançado	
<b>2. Padrão</b>	a. Estável estático	Pressupõe a ausência de mudanças, de modo que se acredita que só existe ruptura do equilíbrio diante de distúrbios externos, sendo a tendência dos sistemas ecológicos sempre dirigida para o equilíbrio prístino	
	b. Estável dinâmico	Considera-se que a condição de equilíbrio	

fortuitous assemblages of organisms which all happen to be making a living in the same place (COOPER, 2001, p. 488).

[...]

“Surviving on this earth is, and always has been, especially for the very young, a struggle, a chancey business... Nor is there an “optimum” or “equilibrium” density of a population in nature – only the maximum number that can survive each generation in a population that is pressing hard against the variable but limited supply of resources in its environment [...]. It is a lonely struggle to live in an inadequate world (WHITE, 1993, p. 5, apud COOPER, 2001, p. 488)”.

		apresenta oscilações espaço-temporais em diversas escalas, mas sempre tende a um determinado estado estável	<b>Epistemológicos</b>
	c. Quasi-estável	Considera-se que o equilíbrio quase nunca corresponde a um estado estável, mas oscila em torno de atratores de estabilidade e momentos de instabilidade	
	d. Instável	Considera-se que o equilíbrio é apenas um ponto de referência instrumental, raramente alcançado, sendo que o comportamento do sistema é absolutamente randômico e aberto	
<b>3. Manifestação espacial</b>	a. Continuidade	Considera-se que o equilíbrio se apresenta de forma homogênea em um determinado espaço, delimitado por aspectos geofísicos supostamente também homogêneos, de modo que comunidades ecológicas [associações ou formações] possuem um padrão de distribuição e estabilidade bem definidos para o mesmo tipo de ambiente	
	b. Descontinuidade	Supõe-se que nenhum ou diversos equilíbrios pontuais podem ocorrer em microescala dentro de um sistema, devido aos padrões estocásticos de distribuição e dinâmica populacional, resultando em paisagens heterogêneas	
<b>4. Status epistemológico</b>	a. Realismo	Considera-se que o equilíbrio ecológico existe de fato e pode ser descrito e alcançado na natureza	
	b. Instrumentalismo	O equilíbrio ecológico é considerado um modelo referencial dependente da escala e nível de organização (ex.: condição ideal de um ecossistema) ou ponto de referência em um modelo (ex.: atratores) da dinâmica de sistemas ecológicos	
<b>5. Previsibilidade</b>	a. Determinística	Supõe-se que o desenvolvimento do sistema até o equilíbrio pode ser inferido a partir de relações lineares com alto grau de previsibilidade.	
	b. Não-determinística	Supõe-se que o desenvolvimento do sistema até o equilíbrio ou em torno do equilíbrio só pode ser inferido em termos meramente probabilísticos, com alto grau de incerteza, uma vez que resulta de padrões caóticos e estocásticos que se interpõem em relações não lineares com interferência de contingências.	
<b>6. Sentido do desenvolvimento do sistema</b>	a. Teleológico / único	Considera-se que o estado ideal ou climático de equilíbrio é o sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos, através de uma dinâmica sucessória determinística	
	b. Múltiplo	Considerando a dinâmica não-determinística, supõe-se que diferentes condições de equilíbrio ou dinâmicas de não-equilíbrio podem ser alcançadas com o desenvolvimento do sistema, que também pode ficar oscilando entre estados alternativos estáveis.	
	c. Nenhum	Considera-se a existência de uma dinâmica de não-equilíbrio com padrões estocásticos, de	

		modo que o sistema não se desenvolve para o equilíbrio.	
<b>7. Fator causal</b>	a. Restritamente intrínseco	Apenas fatores internos do sistema são considerados na sua dinâmica (sistema fechado). Embora fluxos externos possam ocorrer, não são considerados determinantes, de modo que distúrbios jamais são considerados como parte do sistema	
	b. Intrínseco/ extrínseco	Fatores internos e externos do sistema são considerados fatores causais na dinâmica do sistema e a ocorrência de distúrbios é considerada como parte dessa dinâmica.	
<b>8. Mecanismo causal</b>	a. Ajuste providencial	Considera-se que o equilíbrio é determinado e mantido por providência divina ou por comportamento antropomórfico do ambiente ou da natureza, que não necessariamente demanda uma explicação causal material	
	b. Homeostática / organicista	Supõe-se que o equilíbrio tem causalidade linear/simple com autorregulação análoga à de organismos, sendo os seres vivos normalmente considerados como as entidades determinantes nos processos de regulação do sistema.	
	c. Cibernética / mecaniscista	Supõe-se que o equilíbrio tem causalidade linear ou circular/complexa com autorregulação quasi-organísmica (semelhante à dos organismos individuais), na qual os fluxos de matéria e energia são os processos fundamentais de sistemas considerados termodinamicamente abertos.	
	d. Panárquica	Considera-se que o equilíbrio tem causalidade circular/complexa com regulação espaço-temporal multi-escalar transiente, considerando-se efeitos descendentes ( <i>top-down</i> ) e ascendentes ( <i>bottom-up</i> ) entre níveis hierárquicos, ciclos de ruptura e reorganização associados aos processos de distúrbios, mudanças e persistências nos sistemas.	
<b>9. Relação do ser humano com os sistemas ecológicos</b>	a. Subordinação	Considera-se que a natureza e toda a sua dinâmica serve às necessidades humanas	<b>Axiológicos</b>
	b. Separação	Supõe-se que existe uma natureza intocada e qualquer intervenção humana é considerada distúrbio, sendo indesejável e nefasta para o equilíbrio	
	c. Integração	Considera-se que os seres humanos fazem parte dos sistemas ecológicos e influenciam os padrões de equilíbrio ou não-equilíbrio global e localmente, mesmo quando não há interferências diretas	
	d. Otimização	Supõe-se que os sistemas socioecológicos podem ser desenvolvidos no sentido de se chegar a um estado preferencial com produtividade ótima	
	e. Adaptação	Supõe-se que a solução ótima geralmente não é a mais adequada, sendo necessário fazer	

		manejo adaptativo e participativo para lidar com imprevisibilidades em torno das dinâmicas de múltiplos equilíbrios e de não-equilíbrio	
<b>10. Valor</b>	a. Benevolente / Harmônico	Considera-se que a dinâmica da natureza é harmônica, com o equilíbrio ecológico representando um ideal de organização, perfeição e até benevolência.	
	b. Dependente	Considera-se que a dinâmica da natureza é transformativa, que todo estado é transiente, de modo que condicionantes de um determinado equilíbrio podem tornar-se inadequados diante de mudanças, sendo que a adequação também depende do ponto de vista.	

#### **4 UM PERFIL CONCEITUAL DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NA COMPREENSÃO DA DINÂMICA DE SISTEMAS ECOLÓGICOS E SOCIOECOLÓGICOS**

Considerando os diferentes domínios genéticos, cada zona é individualizada e caracterizada a partir de uma combinação de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos referentes aos dez temas que estruturam a matriz. Apresentaremos neste capítulo a proposta do modelo de perfil do conceito de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas. O modelo proposto será caracterizado, sendo composto por três zonas constituídas a partir da combinação dos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos relativos aos dez temas que estruturam a matriz semântica (Quadro 2). Cada zona do modelo representa um modo de pensar e falar o conceito investigado.

Ao passo que as zonas forem apresentadas, buscaremos exemplificar os modos de pensar e falar sobre o conceito de equilíbrio ecológico através de trechos das fontes da história e filosofia da ciência, de concepções alternativas ao conceito de equilíbrio ecológico, bem como com os dados empíricos coletados através dos questionários e dos registros de vídeo em sala de aula. Assim, o conjunto de ideias que compõem as zonas do perfil é apresentado levando-se em conta a análise realizada nos diferentes domínios genéticos.

Como o presente trabalho tem como objetivo construir um modelo de perfil conceitual que possa ser usado tanto como ferramenta para auxiliar o planejamento de ensino quanto para analisar interações discursivas em salas de aula no contexto do ensino de ecologia no ensino superior, fizemos um investimento em individualizar zonas que possam modelar a heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar sobre equilíbrio ecológico que emergem no discurso da produção de conhecimento no ensino superior de ecologia. E para tal propósito, consideramos central um investimento na investigação dos temas.

A abordagem em perfis conceituais busca, além de modelar a heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar relacionadas ao conceito, investigar sua gênese, tendo em vista tornar possível a indicação de percursos a partir dos quais os diferentes significados para o conceito são desenvolvidos, sugerindo, com isso, rotas de aprendizagem (SEPULVEDA, 2010). Nesse contexto,

os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos são vistos como tendo um potencial duplo, uma vez que os compromissos de uma determinada zona tanto colocam limites, impondo-se como obstáculos, quanto possibilidades para a significação de outras perspectivas, constituindo-se como sementes conceituais (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014). Portanto, ao fazer a caracterização das zonas, é fundamental considerar as dificuldades ou possibilidades de mediação de alguns compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos no processo de significação que possam dificultar ou favorecer a emergência de uma zona tida como objetivo do ensino.

Observa-se que existem duas tendências na literatura ao sistematizar o conceito de equilíbrio ecológico. Uma delas distingue simplesmente os paradigmas ou concepções de equilíbrio dos de não-equilíbrio ou fluxo (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011; KELLER; GOLLEY, 2000; PICKETT; KOLASA; JONES, 2007). A outra discute apenas de forma indireta o conceito, distinguindo as tradições da economia da natureza, do superorganismo, da teoria ecossistêmica e da perspectiva não-determinística (ACOT, 1990). Simberloff (2014) argumenta que as três primeiras tradições apresentam a perspectiva de equilíbrio idealmente pressuposta, e inclui neste grupo a ideia de equilíbrios múltiplos. Entretanto, autores que tratam de equilíbrios múltiplos, como Wu e Loucks (1995), aproximam essa ideia de uma perspectiva de não-equilíbrio.

Partindo da matriz semântica e das considerações acima, chegou-se a uma primeira versão de modelo de perfil do conceito de equilíbrio ecológico, propondo-se três zonas: 1) equilíbrio providencial único; 2) equilíbrio dinâmico único; 3) dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio (Quadro 3). Ao iniciar a caracterização de cada zona proposta, será apresentado um quadro com os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos elencados para cada uma das zonas propostas. No final do capítulo, discutiremos as diferenças e semelhanças entre as zonas, destacando os compromissos que são compartilhados e distintivos, bem como as possíveis aplicações do modelo.



Quadro 3 – Caracterização geral resumida das zonas do modelo de perfil conceitual de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas.

ZONAS	CARACTERIZAÇÃO
<b>Equilíbrio providencial único</b>	Esta zona é característica por pressupor a ausência de mudanças, a não ser diante de distúrbios externos aos sistemas ecológicos e socioecológicos, sendo o estado de equilíbrio estático mantido por providência divina ou comportamento antropomórfico do ambiente ou da natureza, não necessariamente demandando uma explicação causal material. Normalmente pressupõe também que existe “natureza intocada” e que a intervenção humana é necessariamente indesejável para o equilíbrio.
<b>Equilíbrio dinâmico único</b>	Considera que a condição de equilíbrio é dinâmica, apresentando oscilações espaço-temporais inerentes, com a tendência dirigida sempre para o equilíbrio através de mecanismos de regulação semelhante à de organismos (homeostáticos) ou de sistemas de informações (cibernéticos); os quais, se bem conhecidos, podem ser manipulados para otimização e aumento da produtividade dos sistemas ecológicos ou socioecológicos.
<b>Dinâmicas de equilíbrios múltiplos e não-equilíbrio</b>	O equilíbrio é tido apenas como uma tendência transiente ou ponto de referência em um modelo de sistema ecológico ou socioecológico, uma vez que é considerado inerentemente aberto e com comportamentos caóticos, estocásticos, fenômenos contingentes e alto grau de incerteza extremamente comuns. Acredita-se que a regulação se dá em múltiplas escalas espaço-temporais, normalmente heterogêneas, podendo haver vários ou nenhum equilíbrio possível em um mesmo sistema. Assim, os distúrbios são vistos como parte do sistema e sugere-se que a ação do ser humano no ambiente busque lidar com os inevitáveis momentos de instabilidade e mudança.

#### 4.1 EQUILÍBRIO PROVIDENCIAL ÚNICO

A zona do equilíbrio providencial único representa um modo de pensar que vê equilíbrio como sendo uma condição normal e real dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Destaca-se a percepção de imutabilidade, a menos que distúrbios ocorram. Os distúrbios, neste caso, são considerados sempre como sendo oriundos de fontes externas e indesejáveis. A presença ou intervenção dos seres humanos, inclusive, são tidas como indesejáveis para o equilíbrio ecológico ao passo em que se acredita na existência de natureza em uma condição intocada e separada da espécie humana. O padrão do equilíbrio, portanto, seria estável estático e, além disso, manifestar-se-ia no espaço de forma homogênea, quando delimitado por aspectos geofísicos suspostamente também homogêneos, de modo que comunidades ecológicas possuem um padrão de distribuição e estabilidade bem definidos para o mesmo tipo de ambiente (Quadro 4).

Quadro 4 – Temas, categorias e compromissos que caracterizam a zona de equilíbrio providencial único.

TEMA	CATEGORIA	COMPROMISSO
<b>Natureza</b>	Condição normal ou princípio organizador	O equilíbrio é considerado como a condição normal ou o princípio organizador da natureza, de forma que o funcionamento da mesma se dirige ao equilíbrio ou é governada pelo equilíbrio
<b>Padrão</b>	Estável estático	Pressupõe a ausência de mudanças, de modo que se acredita que só existe ruptura do equilíbrio diante de distúrbios externos, sendo a tendência dos sistemas ecológicos sempre dirigida para o equilíbrio prístino
<b>Manifestação espacial</b>	Continuidade	Considera-se que o equilíbrio se apresenta de forma homogênea em um determinado espaço, delimitado por aspectos geofísicos supostamente também homogêneos, de modo que comunidades ecológicas [associações ou formações] possuem um padrão de distribuição e estabilidade bem definidos para o mesmo tipo de ambiente
<b>Relação sujeito-objeto</b>	Realismo	Considera-se que o equilíbrio ecológico existe de fato e pode ser descrito e alcançado na natureza
<b>Previsibilidade</b>	Determinística	Supõe-se que o desenvolvimento do sistema até o equilíbrio pode ser inferido a partir de relações lineares com alto grau de previsibilidade.
<b>Sentido do desenvolvimento</b>	Teleológico/único	Considera-se que o estado ideal ou climático de equilíbrio é o sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos, através de uma dinâmica sucessória determinística
<b>Fator causal</b>	Restritamente intrínseco	Apenas fatores internos do sistema são considerados na sua dinâmica (sistema fechado). Embora fluxos externos possam ocorrer, não são considerados determinantes, de modo que distúrbios jamais são considerados como parte do sistema
<b>Mecanismo causal</b>	Ajuste providencial	Considera-se que o equilíbrio é determinado e mantido por providência divina ou por comportamento antropomórfico do ambiente ou da natureza, que não necessariamente demanda uma explicação causal material
<b>Relação do ser humano com sistemas ecológicos</b>	Subordinação	Considera-se que a natureza e toda a sua dinâmica serve às necessidades humanas
	Separação	Supõe-se que existe uma natureza intocada e qualquer intervenção humana é considerada distúrbio, sendo indesejável e nefasta para o equilíbrio
<b>Valor</b>	Benevolente / Harmônico	Considera-se que a dinâmica da natureza é harmônica, com o equilíbrio ecológico representando um ideal de organização, perfeição e até benevolência.

De acordo com esta zona, após a ocorrência dos distúrbios nos sistemas ecológicos e socioecológicos, a dinâmica dos mesmos é dirigida inexoravelmente e de forma previsível para o equilíbrio, através de comportamento antropomórfico do ambiente ou da natureza, de forças sobrenaturais ou por ordem do próprio equilíbrio ecológico, que atuaria também como princípio organizador da natureza. A tendência inexorável para o equilíbrio associado ao mecanismo de ajuste providencial encontra uma forte relação com a axiologia que considera a dinâmica da natureza como

sendo harmônica, com o equilíbrio ecológico representando um ideal de organização, perfeição e até benevolência. Em alguns casos, considera-se ainda que a suposta harmonia serve às necessidades humanas.

Os compromissos que implicam na ideia de que o equilíbrio é teleologicamente a condição normal e harmônica dos sistemas ecológicos e socioecológicos convergem com a descrição que Wu e Loucks (1995) fazem da pressuposição da existência de equilíbrio da natureza. Os autores afirmam que o termo equilíbrio da natureza usualmente implica que a natureza é organizada e harmoniosa na ausência de distúrbios externos e que os sistemas ecológicos retornam para o equilíbrio prévio após as perturbações (WU; LOUCKS, 1995).

Em uma pesquisa com estudantes entre 16 e 17 anos, Sander e colaboradores (2006) questionaram, por exemplo, porque diferentes organismos podem existir juntos em um habitat e o que acontece em uma área deixada sem intervenção humana. As respostas descritas por Sander e colaboradores (2006) exemplificam para nós o modo de pensar o equilíbrio como sendo providencial e único, em especial alguns compromissos. Vejamos exemplos extraídos de Sander e colaboradores (2006) para, em seguir, traçarmos comentários:

“Os organismos podem existir nesta ilha porque há sempre um equilíbrio ecológico [...]” (Alan, 16 anos).

“Se o Parque Yellowstone fosse deixado por sua própria conta, os organismos mudariam no longo prazo, mas fora isso, esses equilíbrios são mantidos e provavelmente é este o ponto em questão” (Ben, 17 anos).

Tanto na fala de Alan quanto na de Ben se observa o compromisso com um padrão estático de equilíbrio que existiria, de fato, e se concretizaria nos sistemas ecológicos. Consideram que “há sempre um equilíbrio”, que “esses equilíbrios são mantidos”. Como a pergunta de Sander e colaboradores (2006) remete a uma reflexão sobre a dinâmica de um habitat sem intervenção humana, podemos inferir outros compromissos dessas falas. Estes estudantes aparentemente supõem existir a necessidade da separação da relação do ser humano com a natureza para a existência do equilíbrio ecológico. A separação resultaria, então, em ausência de perturbações antrópicas e, logo, em um sentido único e certo de desenvolvimento. Portanto, indicam compromissos com a ideia de teleologia e previsibilidade dos sistemas ecológicos.

Sobre o tema da manifestação espacial do equilíbrio, um exemplo ilustrativo para o compromisso com a ideia de continuidade do equilíbrio no espaço foi obtido em nossa pesquisa empírica, quando se discutiu o estudo de Whitmore (1975) sobre variação espacial e regeneração temporal em uma floresta tropical úmida. Ao ser questionado se um determinado estado da floresta – considerado, pelo participante da pesquisa (P01), ideal ou equilibrado em detrimento de outros estados da floresta – poderia ocupar toda a área da floresta, substituindo os estados diferentes, considerados fora do estado de equilíbrio (APENDÊNDICE A, questão 1D), o participante da pesquisa respondeu:

Sim. Mantendo sem intervenções humanas, a estrutura florestal tende ao longo do tempo evoluir até seu estado natural original, logo, as áreas nos estágios I e II chegarão ao estágio III, homogeneizando a paisagem (P01, participante da pesquisa, graduado em ciências biológicas).

O que o participante chama de estágio III é aquele que ele considera em equilíbrio, em detrimento dos estágios I e II. O discurso de P01 implica em um desenvolvimento teleológico, previsível e com separação do ser humano para, explicitamente, uma manifestação espacial homogênea do equilíbrio ecológico. Ademais, como a questão pedia ainda uma explicação e o participante da pesquisa se deteve em responder, *ipsis litteris*, o que transcrevemos acima, é possível supor que ele, nesse momento, não se questionou sobre o mecanismo causal para o equilíbrio ecológico, considerando-o provavelmente como um fenômeno sem necessidade de explicação material.

Em discussão em sala de aula na turma de bacharelado, utilizando a mesma questão, também obtivemos dados que reforçam a zona proposta com alguns dos compromissos elencados:

**1. Professor:** então considerando / essas duas possibilidades / essa variação / ela ser / eh / natural / (+) / eh / e / (+) / e acho que o que se expressou mais aqui no final das contas / foi de ter / um / estado típico / né? / mesmo diante da / da variação / eh / (+) / então / considerando a possibilidade de ter esse estado típico ideal / eh / ele poderia de alguma forma / ocupar / toda a área? / (++++) / vocês consideram alguma possibilidade disso?

**2. B14:** Eh / você falou que independente da ação antrópica / [fala inaudível] / eu acho que sim / se a gente for considerar / eh / mesmo tendo todas essas / (+) / interferências de / eh / as árvores caírem / abrir clareiras e tal / eu acho que / eh / ao longo do tempo / acredito que sim

**3. Prof.:** Hum / (++) / mas / se houver / eh / alteração antrópica / intervenção antrópica / por sua vez / o que é que cê pensa?

**4. B14:** Eu acredito que não / pode interferir / e essas / eh / com todas as [palavra inaudível] diferentes / um lugar mais / com arbusto / outros com árvores / e aí / coisas intermediárias

A estudante B14 acredita na existência de um estado típico ideal, o que implica na suposição de um equilíbrio ecológico cuja natureza é condição normal do sistema diante da ausência de perturbações externas, como a simples presença antrópica. Vale ressaltar que a pergunta enfatiza o tema da manifestação espacial e, diante da nossa pergunta, B14 é taxativa ao acreditar na continuidade do equilíbrio, manifestado, no caso, por um suposto estado típico da vegetação sobre toda uma área de floresta.

Zimmerman e Cuddington (2007) descreveram que, entre alguns alunos de graduação, a ausência de perturbação é mencionada, relacionando-se à percepção de que as várias populações que compõem uma comunidade ecológica são capazes de operar harmoniosamente e com seu potencial natural pleno (ZIMMERMAN; CUDDINGTON, 2007). Neste contexto, o compromisso com a ideia de harmonia pode explicar a crença no equilíbrio como um fenômeno ou estado real, que é tendência teleológica dos sistemas ecológicos na ausência de distúrbios, especialmente da espécie humana, prescindindo, muitas vezes, assim, de explicação sobre causas materiais.

#### 4.2 EQUILÍBRIO DINÂMICO ÚNICO

Na zona do equilíbrio dinâmico único, o modo de pensar sobre o equilíbrio ecológico é semelhante ao da zona de equilíbrio providencial único, distinguindo-se por considerá-lo como tendo um comportamento dinâmico, com mecanismos causais homeostáticos ou cibernéticos (i.e.: causas materiais) e ter o ser humano possivelmente integrado à sua dinâmica, que se supõe ser passível de otimização pela ação humana. A ideia de que o equilíbrio tem um comportamento dinâmico implica na percepção da existência de oscilações espaço-temporais, inerentes à dinâmica dos sistemas, em torno de um ponto de equilíbrio único, possuindo, portanto, uma estabilidade dinâmica (Quadro 5).

Quadro 5 – Temas, categorias e compromissos que caracterizam a zona de equilíbrio dinâmico único.

<b>TEMA</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>COMPROMISSO</b>
<b>Natureza</b>	Condição normal ou princípio organizador	O equilíbrio é considerado como a condição normal ou o princípio organizador da natureza, de forma que o funcionamento da mesma se dirige ao equilíbrio ou é governada pelo equilíbrio
<b>Padrão</b>	Estável dinâmico	Considera-se que a condição de equilíbrio apresenta oscilações espaço-temporais em diversas escalas, mas sempre tende a um determinado estado estável
<b>Manifestação espacial</b>	Continuidade	Considera-se que o equilíbrio se apresenta de forma homogênea em um determinado espaço, delimitado por aspectos geofísicos suspostamente também homogêneos, de modo que comunidades ecológicas [associações ou formações] possuem um padrão de distribuição e estabilidade bem definidos para o mesmo tipo de ambiente
<b>Relação sujeito-objeto</b>	Realismo	Considera-se que o equilíbrio ecológico existe de fato e pode ser descrito e alcançado na natureza
<b>Previsibilidade</b>	Determinística	Supõe-se que o desenvolvimento do sistema até o equilíbrio pode ser inferido a partir de relações lineares com alto grau de previsibilidade.
<b>Sentido do desenvolvimento</b>	Teleológico/único	Considera-se que o estado ideal ou climático de equilíbrio é o sentido do desenvolvimento dos sistemas ecológicos, através de uma dinâmica sucessória determinística
<b>Fator causal</b>	Restritamente intrínseco	Apenas fatores internos do sistema são considerados na sua dinâmica (sistema fechado). Embora fluxos externos possam ocorrer, não são considerados determinantes, de modo que distúrbios jamais são considerados como parte do sistema
	Intrínseco / extrínseco	Fatores internos e externos do sistema são considerados fatores causais na dinâmica do sistema e a ocorrência de distúrbios é considerada como parte dessa dinâmica.
<b>Mecanismo causal</b>	Homeostática / organicista	Supõe-se que o equilíbrio tem causalidade linear/simple com autorregulação análoga à de organismos, sendo os seres vivos normalmente considerados como as entidades determinantes nos processos de regulação do sistema.
	Cibernética	Supõe-se que o equilíbrio tem causalidade linear ou circular/complexa com autorregulação quasi-organísmica (semelhante à dos organismos individuais), na qual os fluxos de matéria e energia são os processos fundamentais de sistemas considerados termodinamicamente abertos.
<b>Relação do ser humano com sistemas ecológicos</b>	Integração	Considera-se que os seres humanos fazem parte dos sistemas ecológicos e influenciam os padrões de equilíbrio ou não-equilíbrio globalmente, mesmo quando não há interferências diretas.
	Otimização	Supõe-se que os sistemas socioecológicos podem ser desenvolvidos no sentido de se chegar a um estado preferencial com produtividade ótima
<b>Valor</b>	Benevolente / Harmônico	Considera-se que a dinâmica da natureza é harmônica, com o equilíbrio ecológico representando um ideal de organização, perfeição e até benevolência.

Nesta zona, o equilíbrio dos sistemas ecológicos e socioecológicos, embora compreendido como tendo um padrão estável dinâmico, também é visto como condição normal. O corolário é a ideia de que o equilíbrio existe concretamente na natureza, sendo alcançado em todo o espaço disponível, através de mecanismos determinísticos que implicam em alto grau de previsibilidade sobre o desenvolvimento do sistema até o equilíbrio, o que coaduna com um compromisso com a teleologia. Vale ressaltar que este modo de pensar incorpora um maior grau de complexidade na medida em que, eventualmente, considera como intrínsecos fatores em geral tidos como externos à dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos, a exemplo de distúrbios climáticos e da presença humana.

Sendo assim, os compromissos relacionados ao tema do mecanismo causal são de extrema importância, uma vez que é através dos mecanismos causais que se explica a existência do equilíbrio mesmo diante de oscilações inerentes ao sistema, distúrbios intrínsecos e da presença muitas vezes incontornável da espécie humana. Um dos mecanismos, o de homeostase, é o que identificamos no domínio sociocultural como derivado do conceito de superorganismo. O cerne desse conceito é de que as populações singulares de espécies na natureza são integradas de forma bem definida, como entidades orgânicas, e os principais aspectos subsidiários são de que a sucessão temporal em uma sere<sup>50</sup> é totalmente determinística, análoga ao desenvolvimento de um indivíduo, levando inevitavelmente a alguma comunidade clímax (SIMBERLOF, 1980).

Outro compromisso possível no que diz respeito ao mecanismo causal na zona do equilíbrio dinâmico único é com a cibernética. Jelinski (2005) explica que os mecanismos cibernéticos operam como redes de informação, levando à estabilidade e mantendo-a, através de vários *feedbacks*, tanto positivos, quanto negativos. Em Ecologia, isto implica considerar que as relações tróficas e os ciclos de matéria e energia nos ecossistemas são integrados e coordenados através dos mecanismos de *feedback*, tal como sistemas cibernéticos. Para Jelinski (2005), os ecossistemas, a partir dessa ótica, por conseguinte, teriam claramente uma interdependência entre os seus componentes, associada à autorregulação e estabilidade, bem como uma ordem pré-estabelecida pelas leis da termodinâmica.

---

<sup>50</sup> Normalmente conceituada como cada uma das várias possíveis sequências ou estágios, que ocorrem através da substituição de espécies, numa transição sucessional que podem levar a comunidades ou ecossistemas considerados clímax num dado bioma (RICKLEFS, 2010).

Em uma pesquisa com pescadores de linha da Inglaterra, Eden e Bear (2011) analisaram qual a percepção que esta comunidade de prática tem sobre o equilíbrio ecológico e questionaram o que ocorre ou deve ocorrer quando os ambientes em que eles pescam encontram-se “desequilibrados”. As respostas dos pescadores implicam na integração da comunidade com o meio ambiente e com os recursos naturais no sentido de otimizar o desenvolvimento do sistema em direção ao equilíbrio desejado. É interessante trazer as concepções alternativas de comunidades de práticas ou mesmo de comunidades tradicionais, no contexto de estudos do presente tipo, porque os estudantes egressos, não raro, terão que tomar decisões, inseridos em trabalhos com essas comunidades.

No sentido de finalizar a caracterização da zona em questão, um episódio da pesquisa empírica em sala de aula no ensino superior de uma turma de Ciências Biológicas, com estudantes de bacharelado, é bastante útil para exemplificar o modo de pensar o equilíbrio ecológico como sendo dinâmico com ponto único:

**1. Professor:** Tá certo / assim / a gente falou / aqui / as duas questões / variação / espacial / por causa dos fatores aqui / que a gente discutiu / eh / e recuperação ao longo do tempo / (+) / e aí / eh / pensando em termos das dinâmicas / ecológicas e até socioecológicas mesmo / em termos de equilíbrio / ecológico / qual é a relação / que vocês poderiam estabelecer com essa discussão / com a discussão que há em torno do equilíbrio e com o que a gente discutiu aqui agora?

[...]

**2. B14:** Eu acho que o equilíbrio seria manter / eh / constante / (+) / eh / os processos que ocorrem ali / mas não o equilíbrio durador / seria um equilíbrio / que tá se movendo o tempo todo / tipo acontece alguma coisa aqui / interferiu ali / essa coisa que aconteceu ali vai interferir de outra forma / e tipo vai tá sempre se desequilibrando e / o equilíbrio seria isso / desequilíbrio de uma coisa e aí vem a outra pra tentar / eh / compensar e manter a dinâmica daquele ecossistema / acho que equilíbrio / a gente poderia pensar algo mais específico / mas alguma coisa estável / mas algo que acontece o tempo todo

**3. B05:** As coisas continuam / acabam que continuam / funcionando / tem uma população aqui e [palavras inaudíveis, fazendo gestos com uma mão mais baixa e outra mais alta] / mas / tudo tá funcionando / ["o tempo todo, o tempo todo", complementa B14, sobrepondo-se a fala de B05, que fica inaudível neste momento] / eu não consigo ver se / só quando isso bufu [onomatopeia] / acaba / mas fora isso tudo tem um jeito de continuar funcionando e a vida continua

Destaca-se das falas dos estudantes acima um discurso que afirma tanto a existência de variações nos sistemas ecológicos e socioecológicos, como podemos inferir quando B14 diz que “[...] o equilíbrio [...] tá se movendo o tempo todo”, quanto



a manutenção de um pretense equilíbrio no funcionamento dos sistemas. Por exemplo, B14 afirma, em outras palavras, que o equilíbrio poderia ser pensado como algo estável que acontece o tempo todo para manter a dinâmica de um ecossistema. B05, por sua vez, reitera que, apesar das variações próprias da dinâmica das populações, “[...] tudo tem um jeito de continuar funcionando e a vida continua”, não sendo estática.

#### 4.3 DINÂMICAS DE EQUILÍBRIOS MÚLTIPLOS E DE NÃO-EQUILÍBRIO

O equilíbrio é considerado apenas uma tendência transiente de um sistema em permanente estado de fluxo, com comportamento oscilando predominantemente entre o quasi-estável e o instável, com descontinuidade espacial, constituindo-se também como um modelo não-determinístico, com múltiplos ou nenhum atrator de desenvolvimento, que ocorre por influência de hierarquias multiescalares aninhadas, incluindo fatores tanto intrínsecos quanto extrínsecos (i.e.: distúrbios) ao sistema, podendo a espécie humana ser considerada fator intrínseco, cuja relação com esta dinâmica deve ser adaptativa, sendo que nem sempre um estado considerado equilibrado é necessariamente ideal (Quadro 6).

Quadro 6 – Temas, categorias e compromissos que caracterizam a zona das dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio.

TEMA	CATEGORIA	COMPROMISSO
<b>Natureza</b>	Tendência transiente/fluxo	Considera-se que o equilíbrio se transforma ou mesmo não existe, sendo entendido como um processo resultante de mecanismos causais que fazem o sistema mudar em direção a um estado temporariamente mais estável, não necessariamente alcançado
<b>Padrão</b>	Quasi-estável	Considera-se que o equilíbrio quase nunca corresponde a um estado estável, mas oscila em torno de atratores de estabilidade e momentos de instabilidade
	Instável	Considera-se que o equilíbrio é apenas um ponto de referência instrumental, raramente alcançado, sendo que o comportamento do sistema é absolutamente randômico e aberto
<b>Manifestação espacial</b>	Descontinuidade	Supõe-se que nenhum ou diversos equilíbrios pontuais podem ocorrer em microescala dentro de um sistema, devido aos padrões estocásticos de distribuição e dinâmica populacional, resultando em paisagens heterogêneas
<b>Relação sujeito-objeto</b>	Instrumentalismo	O equilíbrio ecológico é considerado um modelo referencial dependente da escala e nível de organização (ex.: condição ideal de um ecossistema) ou

		ponto de referência em um modelo (ex.: atratores) da dinâmica de sistemas ecológicos
<b>Previsibilidade</b>	Não-determinística	Supõe-se que o desenvolvimento do sistema até o equilíbrio ou em torno do equilíbrio só pode ser inferido em termos meramente probabilísticos, com alto grau de incerteza, uma vez que resulta de padrões caóticos e estocásticos que se interpõem em relações não lineares com interferência de contingências.
<b>Sentido do desenvolvimento</b>	Múltiplo	Considerando a dinâmica não-determinística, supõe-se que diferentes condições de equilíbrio ou dinâmicas de não-equilíbrio podem ser alcançadas com o desenvolvimento do sistema, que também pode ficar oscilando entre estados alternativos estáveis.
	Nenhum	Considera-se a existência de uma dinâmica de não-equilíbrio com padrões estocásticos, de modo que o sistema não se desenvolve para o equilíbrio.
<b>Fator causal</b>	Intrínseco/extrínseco	Fatores internos e externos do sistema são considerados fatores causais na dinâmica do sistema e a ocorrência de distúrbios é considerada como parte dessa dinâmica.
<b>Mecanismo causal</b>	Panárquica	Considera-se que o equilíbrio tem causalidade circular/complexa com regulação espaço-temporal multi-escalar transiente, considerando-se efeitos descendentes ( <i>top-down</i> ) e ascendentes ( <i>bottom-up</i> ) entre níveis hierárquicos, ciclos de ruptura e reorganização associados aos processos de distúrbios, mudanças e persistências nos sistemas.
<b>Relação do ser humano com sistemas ecológicos</b>	Integração	Considera-se que os seres humanos fazem parte dos sistemas ecológicos e influenciam os padrões de equilíbrio ou não-equilíbrio globalmente, mesmo quando não há interferências diretas.
	Adaptativo	Supõe-se que a solução ótima geralmente não é a mais adequada, sendo necessário fazer manejo adaptativo e participativo para lidar com imprevisibilidades em torno das dinâmicas de múltiplos equilíbrios e de não-equilíbrio.
<b>Valor</b>	Dependente	Considera-se que a dinâmica da natureza é transformativa, que todo estado é transiente, de modo que condicionantes de um determinado equilíbrio podem tornar-se inadequados diante de mudanças, sendo que a adequação também depende do ponto de vista.

A presente zona encontra ressonância no domínio sociocultural quando o equilíbrio não é considerado como um princípio organizador da natureza, mas como o resultado de causas materiais agindo sob determinadas condições e escalas temporais e espaciais específicas, sendo que, em qualquer caso, não há equilíbrio único ou persistente nos sistemas ecológicos e socioecológicos (PICKETT; KOLASA; JONES, 2007). Aqui vale destacar que é possível que o compromisso com

uma causalidade material, ainda que com forma de falar organicista ou mecanista, pode ser uma importante semente conceitual para a zona das dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio.

Hovardas e Kofiartis (2011), em um estudo que serviu, sobretudo, para a nossa investigação sobre a ontogênese do conceito de equilíbrio ecológico, nos é útil para exemplificar o compromisso instrumental, quando diz que o equilíbrio não é sinônimo da natureza por si mesma, mas um estado transitório que pode ser explicado através de mecanismos causais, uma vez que os distúrbios são eventos tão comuns que a maioria dos sistemas ecológicos provavelmente jamais alcança um equilíbrio ecológico estável. Tanto a citação de Hovardas e Kofiartis (2011), quanto de Pickett, Kolasa e Jones (2007), nos últimos dois parágrafos, são convenientes para demarcar a necessidade de superar o obstáculo epistemológico dos compromissos ontológicos relativos às zonas anteriores para promover a compreensão e apropriação da zona das dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio.

Essa percepção converge com a teoria de Holling (1973) sobre a resiliência ecológica, na qual identificamos claramente a importância do compromisso que remete à incorporação dos fatores extrínsecos e dos distúrbios como determinantes para o padrão e, conseqüentemente, para a compreensão da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos. Ele afirmou que variações climáticas e distúrbios estocásticos ou contingentes, como incêndios e pragas, podem levar os sistemas ecológicos a mudar de um ponto de equilíbrio para outro, sendo que nisso consistiria o padrão quasi-estável, característico da dinâmica de múltiplos equilíbrios.

Por outro lado, há ainda na ciência da ecologia uma vertente que defende que muitos sistemas ecológicos existem em uma dinâmica de não-equilíbrio. Isto é, as variações das populações, por exemplo, são restritamente estocásticas, com previsibilidade meramente probabilística, inferida de modelos instrumentais (HASTINGS et al., 1993; SIMBERLOF, 1980).

Tratar os distúrbios como recorrentes e relevantes para a estruturação dos sistemas ecológicos funciona como um importante instrumento mediacional para que o modo de pensar em comento emergja. Cenários em que distúrbios são relevantes funcionam, portanto, como contexto para a mobilização da zona das dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio, apresentando potencial para a ocorrência de microgêneses.

Assim, os ecossistemas são vistos como inerentemente complexos e dinâmicos, o que implicaria em uma manifestação espacial do equilíbrio ecológico necessariamente heterogênea (HOVARDAS; KOFIARTIS, 2011). Segundo Simberloff (1980), isto implicou, na história da Ecologia, que uma ênfase inicial na similaridade de comunidades isoladas foi substituída por uma abordagem sobre as suas diferenças; de modo que o exame de grupos de populações foi largamente substituído pelo estudo de populações individuais.

Consideramos a zona das dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio como a que mais converge com a Ciência da Ecologia contemporânea, podendo constituir-se como objetivo de ensino, nos casos em que os conhecimentos científicos sejam estabelecidos como objetivo de ensino. O desafio para o ensino de Ecologia com este objetivo de ensino tende a ser grande, porque identificamos poucas ocorrências de compromissos estruturantes deste modo de pensar quando investigamos o domínio ontogenético. Na pesquisa de Zimmerman e Cuddington (2007), com estudantes universitários, apenas um estudante questionou a validade da metáfora do equilíbrio da natureza, que tanto pode se aplicar à zona do equilíbrio providencial único quanto à do equilíbrio dinâmico único.

#### 4.4 DISCUSSÃO

Esse primeiro modelo de perfil inclui três zonas, diferenciando-se dois modos de pensar o equilíbrio único (providencial e dinâmico) e outro característico por supor o equilíbrio como múltiplo ou mesmo inexistente. O quadro 7 destaca que cada uma das zonas tem compromissos distintivos e compartilhados, sendo que a zona de equilíbrio providencial único não compartilha compromisso algum com a zona das dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio.

Quadro 7 – Zonas de um perfil do conceito de equilíbrio ecológico, relacionando uma síntese dos compromissos distintivos e compartilhados entre as zonas.

ZONAS	COMPROMISSOS DISTINTIVOS DAS ZONAS	COMPROMISSOS COMPARTILHADOS ENTRE ZONAS
<b>Equilíbrio providencial único</b>	Equilíbrio estável; Ajuste providencial; Subordinação às necessidades humanas; Existe natureza intocada e a intervenção humana é indesejável para o equilíbrio.	O equilíbrio como condição normal ou princípio organizador da natureza; Homogeneidade espacial; Perspectiva realista; Previsibilidade determinística; Teleologia; Sistema fechado; Pressuposto de harmonia e perfeição.
<b>Equilíbrio dinâmico único</b>	Equilíbrio dinâmico; Causalidade linear ou circular com autorregulação homeostática ou cibernética; Manejo para otimização.	O equilíbrio como condição normal ou princípio organizador da natureza; Homogeneidade espacial; Perspectiva realista; Previsibilidade determinística; Teleologia; Sistema fechado ou aberto; Pressuposto de harmonia e perfeição; Integração entre seres humanos e sistemas ecológicos.
<b>Dinâmicas de equilíbrios múltiplos e não-equilíbrio</b>	O equilíbrio é uma tendência transiente de uma natureza em estado de fluxo; Equilíbrio quasi-estável ou instável; Heterogeneidade espacial; Perspectiva instrumentalista; Previsibilidade não-determinística; Sentidos múltiplos ou inexistente; Causalidade circular panárquica; Manejo adaptativo.	Integração entre seres humanos e sistemas ecológicos; Sistema aberto.

É importante notar que a zona do equilíbrio dinâmico único tem compromissos identificados no contexto das tradições superorganísmicas e ecossistêmicas (SIMBERLOFF, 1980; ACOT, 1990), o que explica ter mais de um compromisso para os temas mecanismo e fator causal. Entretanto, não identificamos nas pesquisas em sala de aula, com questionários e na literatura de concepções alternativas a ressonância do debate entre essas duas tradições, embora sejam marcantes na história da ecologia entre os defensores de cada uma das tradições, bem como recorrente na historiografia da ciência da ecologia. Uma hipótese que parece

frutífera para explicar essa não identificação é a insuficiência do uso da história e filosofia da ciência no ensino de ecologia.

A zona das dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não equilíbrio também apresenta compromissos díspares e potencialmente opostos. O perfil proposto converge com Wu e Loucks (1995) ao propor essa zona, contendo tanto os compromissos de equilíbrio quasi-instável e desenvolvimento múltiplo, quanto de equilíbrio instável e sem orientação. Mas a abordagem de Wu e Loucks não é consensual na história e filosofia da ecologia, sendo que muitos autores ressaltam a divergência entre esses compromissos como suficiente até mesmo para demarcar diferentes paradigmas de pesquisa, como Simberloff (1980). Assim como as divergências entre as tradições superorganísmicas e ecossistêmicas, a controvérsia entre a compreensão do equilíbrio como transiente, quasi-estável e tendencialmente múltiplo ou simplesmente inexistente com dinâmicas sempre instáveis se reduz à história e filosofia da ciência da ecologia e, talvez ainda hoje, à polissemia entre os cientistas.

Essas discussões sobre o modelo apresentado relacionam-se com o fato de que o modelo proposto se aplica ao contexto de nossa análise, mas pode derivar outras zonas em outros contextos, se for oportuno ressaltar alguns temas e compromissos em detrimento de outros, o que denota também que a matriz semântica pode ter variados usos. Assim, não obstante o modelo tenha se resumido a três zonas, a matriz é frutífera para análise do modo de pensar e formas de falar sobre o conceito ou fenômenos correlatos entre pesquisadores das áreas de ecologia e ciências do ambiente, bem como para aprofundar uma análise epistemológica sobre o desenvolvimento do conceito na história da ciência, de modo que poderia ser considerado mais adequado, nesses contextos, não três, mas quatro ou cinco zonas. Essa conclusão aponta para o potencial heurístico da matriz já sugerido em trabalhos anteriores (SEPULVEDA, 2010; REIS, 2018)

Por motivos semelhantes, podemos supor que uma investigação na educação básica poderia gerar uma proposição de que duas zonas bastam para um perfil conceitual como instrumento para o planejamento de ensino de ecologia. A zona do equilíbrio dinâmico único poderia ser desconsiderada, uma vez que tem apenas três compromissos não compartilhados. Talvez, nesse contexto, o tema “mecanismo causal” poderia ser resumido à discussão sobre causalidade material ou providencial, conforme discutimos sobre a gênese da zona das dinâmicas de

equilíbrios múltiplos e de não equilíbrio, e o tema semântico “padrão” poderia não se sobrepor sempre ao tema “natureza”. Além disso, é plausível supor que a defesa da otimização da produtividade dos sistemas ecológicos pelos seres humanos pode não emergir entre estudantes da educação básica.

Segundo Sepulveda (2010), o compartilhamento de compromissos entre as zonas é coerente com o caráter dinâmico dos modelos de perfis conceituais, que “além de modelar a heterogeneidade do pensamento verbal, pretende modelar os processos de gêneses destes modos de pensar e [formas de] falar sobre um conceito em determinados contextos sociais de produção de conhecimento” (p. 183). Logo, os modelos de perfis conceituais não se aplicam apenas a contextos relacionados aos objetivos de construção do conhecimento, como o que delimitamos (“para a compreensão da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos”), mas também a contextos de uso dos diversos significados do conceito.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise em fontes de história e filosofia da ecologia e das ciências ambientais, de concepções alternativas ao conceito de equilíbrio ecológico e de questionários e interações discursivas em salas de aula, investigamos os domínios sociocultural, ontogenético e microgenético. O presente trabalho apresentou uma matriz semântica capaz de organizar a polissemia do conceito em torno de compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos. Com a análise da matriz, três zonas foram derivadas, resultando na proposta de um modelo de perfil conceitual de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos.

Com base na análise da literatura de concepções alternativas e nos nossos dados empíricos, sugerimos que os contextos que explicitem a importância e recorrência dos distúrbios, tanto de fontes consideradas naturais, quanto antrópicas, pode ser frutífero para criar condições para a ocorrência de microgêneses no sentido de possibilitar a emergência de zonas geneticamente posteriores ao que os estudantes apresentam normalmente e mais frequentemente antes da instrução formal. Por exemplo, por causa da crença no “equilíbrio da natureza”, os estudantes têm usualmente grande dificuldade em aceitar que interações predador-presa podem levar à extinção de populações e espécies, ou que interações entre predadores e presas podem levar a oscilações estocásticas nas densidades de ambas populações, em vez de oscilações determinísticas, gerando padrões de equilíbrio estável dinâmico (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011). Percebemos que inserir nos cenários, processos e entidades que permitiram refletir sobre o aumento de complexidade e, sobretudo, sobre a ocorrência de distúrbios, auxiliaram na negociação desse obstáculo epistemológico.

Ao analisar o desenvolvimento do pensamento conceitual no que diz respeito à compreensão sobre as dinâmicas ecológicas e socioecológicas, à luz da abordagem sociocultural e da teoria dos perfis conceituais, percebemos que existe uma tendência, apresentada por alguns estudantes, de adotarem o que parece ser uma forma de falar diferente, sem, no entanto, apropriar-se e aplicar um novo modo de pensar. Possivelmente, as abordagens pedagógicas utilizadas não foram suficientes para negociar compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos



a ponto de favorecer efetivamente a aquisição, apropriação e aplicação de novas zonas por parte dos estudantes.

Assim, não raro, persistiram, após a instrução formal, os modos de pensar e as formas de falar que são próprias das zonas geneticamente anteriores àquela que identificamos como sendo característica da ciência da ecologia contemporânea. Nossos resultados reforçam a indicação de Zimmerman e Cuddington (2007) de que pesquisas futuras precisam se concentrar em saber se os alunos realmente compreendem o conteúdo do conceito científico de equilíbrio ecológico, como resultado do ensino, ou se é apenas o vocabulário que se torna mais sofisticado.

A partir dos resultados deste trabalho, podem-se criar ferramentas para entrevistas, bem como para a investigação de interações discursivas em salas de aula no sentido de ampliar a investigação sobre a polissemia do conceito, pesquisando o domínio microgenético, as formas de falar, a dimensão axiológica e os contextos de emergência dos diferentes compromissos e modos de pensar. Em vez de significados absolutos para palavras, é preciso compreender a pluralidade de significados de um dado conceito e, nesse sentido, é preciso investigar a maneira como as palavras são usadas por cientistas em diferentes contextos, tentando identificar potenciais mal-entendidos, ambiguidades e confusões semânticas (PRADO, EL-HANI, 2013).

Apesar do fato de a metáfora do “fluxo da natureza” e da zona correlata que derivamos, a das “dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio”, serem uma melhor aproximação do discurso contemporâneo da ciência da ecologia, o compromisso com a metáfora de “fluxo” e o modo de pensar e formas de falar caracterizados pela citada zona parecem ter pouco uso fora da comunidade científica. Por exemplo, nas mídias digitais (LADLE; GILSON, 2009) e em currículos da educação básica (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011), Ladle e Gilson (2009) e Hovardas e Korfiatis (2011) comentam que a representação pública da conservação ambiental ainda está desatualizada em relação aos avanços da ciência da ecologia e está centrada em mensagens simplistas que recorrem à necessidade da prevenção das mudanças provocadas pelos impactos antrópicos, a fim de preservar o frágil “equilíbrio da natureza”.

Em contrapartida, a metáfora de “equilíbrio da natureza” e as correlatas zonas de equilíbrio único têm subscrito duas visões opostas que podem levar a estratégias inadequadas de manejo ou conservação para sistemas ecológicos e

socioecológicos. Uma visão sustenta a ideia do “robusto” “equilíbrio da natureza”, a qual pode ser usada para justificar qualquer tipo de ação humana no ambiente, da seguinte forma: se a natureza é considerada capaz de sempre retornar ao equilíbrio, independentemente do tipo e magnitude do distúrbio, qualquer impacto humano sobre o ambiente poderá ser sucedido pela recuperação do estado de equilíbrio prévio ao impacto. A outra visão prevê que o “equilíbrio da natureza” é “delicado”, de modo que pode ser usado para sugerir que nenhuma mudança humana é sustentável, uma vez que necessariamente causará perturbações ou até mesmo a ruptura irreparável do equilíbrio. Nenhum desses extremos é útil para a gestão e as políticas ambientais, bem como para a tomada de decisões em questões socioambientais.

Em particular, decisões de políticas públicas feitas com base em suposições sobre ordem e previsibilidade em sistemas naturais podem ter consequências desastrosas. Segundo Cuddington, alguns estudos de caso demonstram que as suposições simplistas de “equilíbrio da natureza” guiaram decisões de conservação ambiental com resultados que não eram nem previsíveis, nem ordenados (CUDDINGTON, 2001).

A metáfora do “fluxo da natureza” e a zona das “dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio” nos dão fundamentos de que nenhuma das visões sobre o “equilíbrio da natureza” é suficiente para a tomada de decisões em questões socioambientais, que sejam socioambientalmente responsáveis e baseadas em evidências científicas. A zona das “dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio” reconhece a heterogeneidade espacial, a existência de padrões ecológicos até mesmo instáveis, as imprevisibilidades sobre o desenvolvimento dos sistemas ecológicos e socioecológicos e a causalidade complexa multiescalar. Logo, necessariamente indica que é preciso que as decisões em questões socioambientais sejam cuidadosas, levando em conta as funções ecológicas aninhadas em diversas hierarquias e as possíveis mudanças inesperadas nos sistemas ecológicos e socioecológicos (PICKETT; KOLASA; JONES, 1992).

Nossos dados podem servir para fazer comparações, tanto entre contextos de aplicação dos conceitos, quanto entre contextos de inserção dos estudantes, servindo, assim, para analisar o valor pragmático de cada modo de pensar e forma de falar associado à significação do conceito de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão de diferentes cenários que representam dinâmicas ecológicas, a

exemplo daquelas envolvendo autoecologia, ecologia de populações, de ecossistemas, paisagens e socioecologia. No entanto, esse não foi o objetivo do presente trabalho. O modelo proposto e a matriz semântica constituem-se como ferramentas de análise da epistemologia e da aprendizagem da ciência da ecologia, bem como podem servir de instrumentos para pesquisas com o objetivo de compreender melhor os contextos de aplicação e uso dos diferentes significados do conceito, bem como o valor pragmático de cada um desses significados e, com isso, subsidiar um planejamento pedagógico que leve em conta as diferenças identificadas.

Vale ressaltar que também é oportuno realizar mais investigações acerca do conhecimento ecológico tradicional sobre o conceito de equilíbrio, levando-se em conta que se trata de um conceito da ecologia e das ciências ambientais relacionado às dinâmicas ecológicas e socioecológicas e, conseqüentemente, ao manejo e conservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Cumpre ressaltar que seria inovadora uma pesquisa com a teoria dos perfis conceituais para investigar conhecimentos ecológicos tradicionais e assim retroalimentar um modelo de perfil, de modo a amplificar o potencial de aplicação do modelo, tanto no ensino para favorecer o diálogo de saberes, quanto na gestão e políticas ambientais, podendo resultar em: 1) propostas de ensino de ecologia com a perspectiva de promover o diálogo intercultural em contextos como de licenciaturas do campo, entre outros, e 2) propostas para formação de gestores ambientais que pretendem desenvolver planos de manejo em diálogo com comunidades tradicionais, povos indígenas e quilombolas, por exemplo.

Os resultados da presente pesquisa também podem contribuir para o desafio que Hovardas e Korfiatis (2011) chamaram de atualização do currículo em ensino de ecologia. Segundo os autores citados, a não atualização do conteúdo e do currículo em ensino de ecologia diante dos avanços teóricos e metodológicos modernos no campo da ciência da ecologia gera o que consideram um desvio (*deviation*), limitando um ensino que seja capaz de superar as concepções prévias dos estudantes. O conceito de equilíbrio ecológico, concebido como representação realista da condição normal e do princípio organizador da “natureza” é exemplar e fundamental nesse desvio (HOVARDAS; KORFIATIS, 2011).

Embora o objetivo do ensino baseado na teoria dos perfis conceituais não seja superar as concepções prévias dos estudantes, o estudo de Hovardas e

Korfiatis (2011) nos aponta uma dificuldade que se refere ao desafio de promover o ensino e a compreensão do modo de pensar e da forma de falar próprios da ciência da ecologia sobre o conceito e, com isso, enriquecer o perfil conceitual dos estudantes.

Desde já, abre-se uma perspectiva de pesquisa futura com base no modelo de perfil aqui proposto, bem como na matriz semântica, sendo possível o desenvolvimento de uma sequência didática com o objetivo de fomentar, entre professores e profissionais da área ambiental, uma consciência da polissemia desse importante conceito, bem como auxiliar na tomada de decisão em questões socioambientais.

Nesse sentido, o conceito de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão da dinâmica dos sistemas ecológicos e socioecológicos é propício para pesquisas com abordagem de questões sociocientíficas (QSC), devido ao fato de ser um conceito controverso e à íntima relação do conceito com temas de conflitos socioambientais e gestão do meio ambiente e de recursos naturais em diversas escalas (PIMENTEL; EL-HANI; SEPULVEDA, 2016). As QSCs são uma abordagem em franca expansão na área de ensino de ciências que defende uma educação contextualizada e crítica, com empoderamento dos estudantes e o exercício do uso do conhecimento científico para tomada de decisão (ZEIDLER et al., 2005).

A abordagem de QSC propõe uma educação científica contextualizada com as seguintes características: 1) tratamento das interrelações entre ciência e sociedade; 2) uso de situações-problema do mundo real como eixo organizador das intervenções de ensino; 3) ênfase sobre questões éticas e morais no desenvolvimento dos estudantes; 4) sensibilidade em relação aos sistemas de saberes e crenças dos estudantes e; 5) busca pelo exercício de tomada de decisão cientificamente informada, com análise crítica e socialmente negociada (PIMENTEL; EL-HANI; SEPULVEDA, 2016).

A abordagem de QSC e a teoria dos perfis conceituais compõem dois campos de pesquisa bastante profícuos na área de ensino de ciências. Contudo, desconhecemos trabalhos que façam a interface entre ambas. Portanto, há carência de um diálogo entre a teoria dos perfis conceituais e a abordagem de ensino de ciências baseada em questões sociocientíficas (QSC). A partir de uma breve análise desses campos, defendemos que existe uma potencialidade para contribuições recíprocas (PIMENTEL; EL-HANI; SEPULVEDA, 2016). A interface entre ambas

também potencializaria o diálogo com a história, a filosofia e a sociologia da ciência, que é uma lacuna no ensino de ecologia, comparando-se a outras disciplinas estruturantes das Ciências Biológicas, como a genética e a evolução biológica. Além disso, essa aproximação pode ser importante para trazer a dimensão política para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais.

Os modelos de perfis conceituais podem ser úteis para: 1) planejar uma abordagem QSC no sentido de ajudar a lidar com modos de pensar e formas de falar que estejam sendo negociados para tomada de decisão (cf. SANTOS; MORTIMER, 2001), sobretudo por seu potencial poder de se constituir como ferramenta que trabalha a dimensão conceitual da aprendizagem; e 2) investigar as interações discursivas e mapear os modos de pensar e formas de falar no contexto do ensino com situações-problema baseadas em QSC. Sendo assim, é oportuna a elaboração de planejamentos de ensino, com abordagem de QSC, orientados por modelos de perfis conceituais (PIMENTEL; EL-HANI; SEPULVEDA, 2016).

Por sua vez, consideramos que o programa de pesquisa sobre perfis conceituais desenvolveu poucos trabalhos envolvendo a identificação de compromissos axiológicos e sobre o reconhecimento do valor pragmático dos diferentes modos de pensar e formas de falar. Sendo assim, propomos que a QSC pode ser utilizada como estratégia pedagógica com o objetivo de avaliar a heurística e aperfeiçoar um modelo de perfil conceitual por dois motivos: 1) tem potencial para propiciar a emergência de informações relativas à dimensão axiológica, incluindo questões eminentemente políticas, para os modelos, porque toda QSC necessariamente tem discussão ética e moral e 2) pode promover o entendimento da diversidade de contextos de aplicação de um conceito, do valor pragmático das diferentes formas de pensá-lo e, portanto, o processo metacognitivo que é a tomada de consciência da heterogeneidade dos modos de pensar e formas de falar pelos próprios indivíduos (PIMENTEL; EL-HANI; SEPULVEDA, 2016).

Por fim, cabe pontuar que o ensino de ecologia e de ciências ambientais deve ter como objetivo também o desenvolvimento do pensamento crítico, uma vez que é reconhecido também como uma necessidade urgente tanto na educação científica quanto na educação ambiental (MIRI; DAVID; URI, 2007). A ecologia pode favorecer claramente o desenvolvimento do pensamento crítico porque as questões socioambientais suscitam inevitavelmente o julgamento crítico do conhecimento

científico e a necessidade de avaliar pluralidade de contextos e cenários futuros (KORFIATIS, 2005).

Nesse sentido, nosso estudo evidencia que o conceito de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas pode ser bastante frutífero para provocar discussões que estimulem o julgamento crítico, avaliando-se uma pluralidade de contextos e cenários futuros. E certamente que o diálogo da teoria dos perfis conceituais com a abordagem de QSC, utilizando-se do modelo do perfil do conceito de equilíbrio ecológico aplicado à compreensão das dinâmicas ecológicas e socioecológicas, favorecerá esse intento.

A aplicação de uma abordagem crítica na ecologia levaria a questionar pressupostos cruciais do discurso ambiental, tais como a própria metáfora do "equilíbrio da natureza", que traz uma imagem de natureza imutável, em que a humanidade, não raro, é vista como única causa de perturbação do equilíbrio e os eventos inesperados não são levados em conta como determinantes para o planejamento ambiental. Os ecólogos, gestores e educadores ambientais devem reconhecer que a natureza é continuamente produzida e reproduzida pela sociedade, tanto como realidade física, quanto como parte da própria sociedade.

A humanidade, ao transformar a natureza, transforma a si mesma, porque também é componente da natureza; e a natureza, ao se transformar, impõe restrições para a história da humanidade (FOSTER, 2005). Conseqüentemente, a compreensão sobre os sistemas ecológicos e sobre o equilíbrio ecológico não pode ser dissociada dessa visão dialética, tanto que se concebe que o que há, na verdade, são sistemas socioecológicos e dinâmicas de equilíbrios múltiplos e de não-equilíbrio, modulados em muitos casos por interferências antrópicas como fator causal determinante para a dinâmica de equilíbrio ou de não-equilíbrio observada (HOLLING, 1973; 2001).

## REFERÊNCIAS

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

ALMEIDA, Ana Maria R. de; EL-HANI, Charbel N. A Atribuição de Função à Biodiversidade Segundo a Visão do Papel Causal: uma análise epistemológica do discurso ecológico das últimas duas décadas. **Filosofia e História da Biologia**, v. 1, n. 1, p. 21-39, 2006.

AMARAL, Edenia M. R. **Perfil Conceitual para a Segunda Lei da Termodinâmica Aplicada às Transformações Físicas e Químicas e Dinâmica Discursiva em uma Sala de Aula de Química do Ensino Médio**. 2004. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, p. 05-18, 2001.

AMARAL, Edenia Maria R.; MORTIMER, Eduardo F. Un perfil Conceptual para Entropía y Espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química. **Educación Química**, v. 15, n. 3, p. 218-233, 2004.

AMARAL, Edenia Maria R.; MORTIMER, Eduardo F. SCOTT, Philip. A Conceptual Profile of Entropy and Spontaneity: Characterising Modes of Thinking and Ways of Speaking in the Classroom. In: MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. (Ed.). **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. Dordrecht; Heidelberg; Nova York; Londres: Springer Science & Business Media, 2014. p. 201-234.

ANKER, Peder. The Context of Ecosystem Theory. **Ecosystems**, v. 5, n. 7, p. 0611-0613, 2002.

BACHELARD, Gaston. **A Filosofia do Não: filosofia do novo espírito científico**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

BAKHTIN, Mikhail M. Discourse in the Novel. In: BAKHTIN, Mikhail M. **The Dialogic Imagination**. Austin: University of Texas Press, 1981.

BARMAN, Charles R.; GRIFFITHS, Alan K.; OKEBUKOLA, Peter A. O. High School Students' Concepts Regarding Food Chains and Food Webs: a multinational study. **International Journal of Science Education**, v. 17, n. 6, p. 775-782, 1995.

BARTELMÉBS, Roberta C. Resenhando as Estruturas das Revoluções Científicas de Thomas Kuhn. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 3, p. 351-358, 2012.

BASCOMPTE, Jordi; SOLÉ, Ricard V. Rethinking complexity: modelling spatiotemporal dynamics in ecology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 10, n. 9, p. 361-366, 1995.

BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin R.; HARPER, John L. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. Porto Alegre: Artmed, 2007.

BÍBLIA. **Bíblia Sagrada**. Português. Tradução de Centro Bíblico Católico. São Paulo: Ave Maria, 1982.

BOERO, Ferdinando et al. From Biodiversity and Ecosystem Functioning to the Roots of Ecological Complexity. **Ecological Complexity**, v. 1, n. 2, p. 101-109, 2004.

BODIN, Per; WIMAN, Bo. Resilience and other stability concepts in ecology: Notes on their origin, validity, and usefulness. **ESS Bulletin**, v. 2, n. 2, p. 33-43, 2004.

BOWLER, Peter J. The Origins of Ecology. In: BOWLER, P. J. **The Fontana History of Environmental Sciences**. London: Fontana Press, 1992a.

BRAMWELL, Anna. The Manichaeian Ecologist. In: BRAMWELL, A. **Ecology in the 20th Century**: a history. New York: Yale University Press, 1989.

BOWLER, Peter J. Modern Ecology. In: BOWLER, P. J. **The Fontana History of Environmental Sciences**. London: Fontana Press, 1992.

BRAND, Fridolin; JAX, Kurt. Focusing the Meaning(s) of Resilience: resilience as a descriptive concept and a boundary object. **Ecology and Society**, v. 12, n. 1, 2007.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 28 jul. 2017.

CALLICOTT, J. Baird. Postmodern Ecological Restoration: choosing appropriate temporal and spatial scales. In: DELAPLANTE, Kevin; BROWN, Bryson; PEACOCK, Kent A. **Philosophy of Ecology**. North-Holland, 2011.

CAPONI, Gustavo. Biología Funcional vs. Biología Evolutiva. **Episteme**, v. 12, p. 23-46, 2001.

CAPONI, Gustavo. El Viviente y su Medio: antes y después de Darwin. **Scientiae Studia**, v. 4, n. 1, p. 9-43, 2006.

CHI, Michelene T. H. Conceptual Change within and across Ontological Categories: examples from learning and discovery in science. In: GIÉRE, Ronald N. (Ed.). **Cognitive Models of Science**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1992.

CLEMENTS, Frederic E. Preface. In.: CLEMENTS, F. E. **Plant Succession**: an analysis of the development of vegetation. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1916.

COBERN, William W. Worldview theory and conceptual change in science education. **Science Education**, 80, p. 579–610, 1996.



COOPER, Gregory. Must There be a Balance of Nature? **Biology and Philosophy**, v. 16, n. 4, p. 481-506, 2001.

COUTINHO, Francisco Ângelo. **Construção de um Perfil Conceitual de Vida**. 2005. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

COUTINHO, Francisco Ângelo; EL-HANI, Charbel N.; MORTIMER, Eduardo F. Construção de um Perfil Conceitual de Vida. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2005.

COUTINHO, Francisco Ângelo; EL-HANI, Charbel N.; MORTIMER, Eduardo F. Building a Profile for the Biological Concept of Life. In: MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. (Ed.). **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. Dordrecht; Heidelberg; Nova York; Londres: Springer Science & Business Media, 2014. p. 115-142.

COUTINHO, Francisco Ângelo; MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. Construção de um Perfil para o Conceito Biológico de Vida. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 115-137, 2007.

CUDDINGTON, Kim. The "Balance of Nature" Metaphor and Equilibrium in Population Ecology. **Biology and Philosophy**, v. 16, n. 4, p. 463-479, 2001.

CURTIN, Charles G.; PARKER, Jessica P. Foundations of Resilience Thinking. **Conservation Biology**, v. 28, n. 4, p. 912-923, 2014.

DALRI, Jackelini. **A Dimensão Axiológica do Perfil Conceitual**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DIEGUES, Antonio Carlos S. Desenvolvimento Sustentável ou Sociedades Sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. **São Paulo em Perspectiva**, v. 6, n 1-2, p. 22-29, 1992.

DIEGUES, Antonio Carlos S. **O Mito Moderno da Natureza Intocada**. São Paulo: Hucitec, 2004.

EDEN, Sally; BEAR, Christopher. Models of Equilibrium, Natural Agency and Environmental Change: lay ecologies in UK recreational angling. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 36, n. 3, p. 393-407, 2011.

EGERTON, Frank N. Changing concepts of the balance of nature. **The Quarterly Review of Biology**, v. 48, n. 2, p. 322-350, 1973.

EL-HANI, Charbel N.; BIZZO, Nelio Marco V. Formas de Construtivismo: mudança conceitual e construtivismo contextual. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 1, p. 1-25, 2002.

EL-HANI, Charbel N.; MORTIMER, Eduardo F. Multicultural Education, Pragmatism, and the Goals of Science Teaching. **Cultural Studies of Science Education**, v. 2, n. 3, p. 657-702, 2007.

EL-HANI, Charbel N.; SILVA-FILHO, Waldomiro José; MORTIMER, Eduardo F. The Epistemological Grounds of the Conceptual Profile Theory. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (Eds.). **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. New York: Springer, 2014. p. 35-65.

EMMECHE, Claus. Autopoietic Systems, Replicators, and the Search for a Meaningful Biologic Definition of Life. **Ultimate Reality and Meaning**, v. 20, 244–264, 1997.

ENGELBERG, Joseph; BOYARSKY, Louis L. The Noncybernetic Nature of Ecosystems. **The American Naturalist**, v. 114, n. 3, p. 317-324, 1979.

ERGAZAKI, Marida; AMPATZIDIS, Georgios. Students' Reasoning About the Future of Disturbed or Protected Ecosystems & the Idea of the 'Balance of Nature'. **Research in Science Education**, v. 42, n. 3, p. 511-530, 2012.

ETIENNE, Michel. **Sylvopast: a multiple target role-playing game to assess negotiation processes in sylvopastoral management planning**. Disponível em: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/5.html>. Acesso em: 12 mar. 2017. 2003.

FOSTER, John B. **A Ecologia de Marx - Materialismo e Natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

GAYON, Jean. Chance, Explanation, and Causation in Evolutionary Theory. **History and Philosophy of the Life Sciences**, p. 395-405, 2005.

GLEASON, Henry A. The Individualistic Concept of the Plant Association. **American Midland Naturalist**, v. 21, n. 1, p. 92-110, 1939.

GODFREY-SMITH, Peter. Paradigms: a closer look. In: GODFREY-SMITH, Peter. **Theory and Reality: an introduction to the philosophy of science**. Chicago: The University of Chicago Press, 2003.

GOLLEY, Frank B. The Ecosystem Concept: a search for order. **Ecological Research**, v. 6, n. 2, p. 129-138, 1991.

GIGERENZER, Gerd. **The Empire of Chance: how probability changed science and everyday life**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

GRIFFITHS, Alan K.; GRANT, Bette A. C. High School Students' Understanding of Food Webs: identification of a learning hierarchy and related misconceptions. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 22, n. 5, p. 421-436, 1985.

GRIMM, Volker; CALABRESE, Justin M. What is resilience? A short introduction. In: DEFFUANT, Guillaume; GILBERT, Nigel (Ed.). **Viability and Resilience of**

**Complex Systems:** concepts, methods and case studies from ecology and society. Berlin: Springer, 2011. p. 3-13.

GROTZER, Tina A.; BASCA, Belinda B. How does Grasping the Underlying Causal Structures of Ecosystems Impact Students' Understanding? **Journal of Biological Education**, v. 38, n. 1, p. 16-29, 2003.

GUNDERSON, Lance H.; HOLLING, Crawford S. (Eds.). **Panarchy:** understanding transformations in human and natural systems. Washington DC: Island Press, 2002.

GUNDERSON, Lance; PETERSON, Garry; HOLLING, Crawford S. Practicing Adaptive Management in Complex Social-Ecological Systems. Complexity Theory for a Sustainable Future. New York: Oxford University, 2008.

HASTINGS, Alan; HOM, Carole L.; ELLNER, Stephen; TURCHIN, Peter; GODFRAY, H. Charles J. Chaos in Ecology: is mother nature a strange attractor? **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, n. 1, p. 1-33, 1993.

HOLLING, Crawford S. Resilience and Stability of Ecological Systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, n. 1, p. 1-23, 1973.

HOLLING, Crawford S. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. **Ecosystems**, v. 4, n. 5, p. 390-405, 2001.

HOLLING, Crawford S. Engineering Resilience versus Ecological Resilience. In: GUNDERSON, Lance H.; ALLEN, Craig R.; HOLLING, Crawford S. (Ed.). **Foundations of Ecological Resilience**. Island Press, 2010. p. 51-66.

HOVARDAS, Tasos; KORFIATIS, Konstantinos. Towards a Critical Re-Appraisal of Ecology Education: Scheduling an educational intervention to revisit the 'balance of nature' metaphor. **Science & Education**, v. 20, n. 10, p. 1039-1053, 2011.

JANSEN, A. J. An Analysis of "Balance in Nature" as an Ecological Concept. **Acta Biotheoretica**, v. 21, n. 1-2, p. 86-114, 1972.

JELINSKI, Dennis E. There is No Mother Nature – There is No Balance of Nature: culture, ecology and conservation. **Human Ecology**, v. 33, n. 2, p. 271-288, 2005.

KAHN, Sami; ZEIDLER, Dana L. A Case for the Use of Conceptual Analysis in Science Education Research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 54, n. 4, p. 538-551, 2017.

KELLER, David R.; GOLLEY, Frank B. Entities and Process in Ecology. In: KELLER, David R.; GOLLEY, Frank B. (Ed.). **The Philosophy of Ecology:** from science to synthesis. Athens: University of Georgia Press, 2000. p. 21-33.

KILINC, Ahmet; YEŞİLTAŞ, Namik K.; KARTAL, Tezcan; DEMIRAL, Ümit; EROĞLU, Baris. School Students' Conceptions about Biodiversity Loss: definitions, reasons, results and solutions. **Research in Science Education**, v. 43, n. 6, p. 2277-2307, 2013.

KINGSLAND, Sharon E. **Modelling Nature**: episodes in the history of population ecology. Chicago: University of Chicago Press, 1985.

KORFIATIS, Konstantinos J. Environmental Education and the Science of Ecology: exploration of an uneasy relationship. **Environmental Education Research**, v. 11, n. 2, p. 235-248, 2005.

KRICHER, John. **The Balance of Nature**: ecology's enduring myth. Princeton: Princeton University Press, 2009.

KUHN, Thomas S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LADLE, Richard J.; GILLSON, Lindsey. The (Im)Balance of Nature: a public perception time-lag?. **Public Understanding of Science**, v. 18, n. 2, p. 229-242, 2009.

LAWRENCE, R. J. Ecologia Humana. In: TASSARA, E. T. O. RABINOVICH, E. P.; GUEDES, M. C. (Orgs.). **Psicologia e Ambiente**. São Paulo: EDUC, 2004.

MARTÍNEZ, Rosa. Inés. P. Significados de la Palabra Equilibrio en los Estudiantes de Primer Semestre de las Licenciaturas de Física, Diseño Tecnológico, Biología y Química. **Revista EDUCyT**, v. 7, p. 2215-8227, 2013.

MARTÍNEZ, Rosa. Inés. P. Modos de Pensar y Hablar Sobre el Equilibrio Térmico: significados y contextos de uso en las ciencias de la naturaleza. **Tecné, Episteme y Didaxis**: TED, n. 35, p. 113-132, 2014.

MATOS, Santer A.; COSTA, Fábio Luís B.; SILVA, Fábio Augusto R.; COUTINHO, Francisco Ângelo. Comparação de Perfis Conceituais de Vida entre Alunos de Escolas Evangélicas e Não-Evangélicas do Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2017.

MATTOS, Cristiano R. de. Conceptual Profile as a Model of a Complex World. In: MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. (Ed.). **Conceptual Profiles**: a theory of teaching and learning scientific concepts. Dordrecht; Heidelberg; Nova York; Londres: Springer Science & Business Media, 2014. p. 263-292.

MAYR, Ernst. Cause and Effect in Biology. **Science**, v. 134, n. 3489, p. 1501-1506, 1961.

MENDONÇA, Letícia Mello de. O Conceito de Desenvolvimento Sustentável: ressignificação pela lógica de acumulação de capital e suas práticas. **Espaço e Economia. Revista Brasileira de Geografia Econômica**, ano VIII, n. 15, 2019.

MESQUITA, Erika. **Ver de Perto pra Contar de Certo. As Mudanças Climáticas sob os Olhares dos Moradores da Floresta**. 2012. Tese (Doutorado em

Antropologia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

MIRI, Barak; DAVID, Ben-Chaim; URI, Zoller. Purposely Teaching for the Promotion of Higher-Order Thinking Skills: a case of critical thinking. **Research in Science Education**, v. 37, n. 4, p. 353-369, 2007.

MORTIMER, Eduardo F. **Evolução do Atomismo em Sala de Aula**: mudança de perfis conceituais. 1994. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MORTIMER, Eduardo F. Conceptual Change or Conceptual Profile Change? **Science & Education**, v. 4, n. 3, p. 267-285, 1995.

MORTIMER, Eduardo F. Para Além das Fronteiras da Química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química (Beyond Chemical Boundaries: a conceptual profile for molecule and molecular structure). **Química Nova**. v. 20, n. 2, p. 200-207, 1997.

MORTIMER, Eduardo F. Multivoicedness and Univocality in Classroom Discourse: an example from theory of matter. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 1, p. 67-82, 1998.

MORTIMER, Eduardo F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

MORTIMER, Eduardo F. Perfil Conceptual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. **Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development**, v. 24, n. 4, p. 475-490, 2001.

MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. (Ed.). **Conceptual Profiles**: a theory of teaching and learning scientific concepts. Dordrecht; Heidelberg; Nova York; Londres: Springer Science & Business Media, 2014.

MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N.; SEPULVEDA, Claudia A. S.; AMARAL, Edenia Maria R.; COUTINHO, Francisco Ângelo; SILVA, Fábio Augusto F. Methodological Grounds of the Conceptual Profile Research Program. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (Eds.). **Conceptual Profiles**: a theory of teaching and learning scientific concepts. New York: Springer, 2014a. p. 67-100.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Philip. Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Philip. **Meaning Making In Secondary Science Classrooms**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phillip.; AMARAL, Edenia Maria R.; EL-HANI, Charbel N. Conceptual Profiles: theoretical-methodological bases of a research program. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (Eds.). **Conceptual Profiles**: a

theory of teaching and learning scientific concepts. New York: Springer, 2014b. p. 3-34.

NICOLLI, Aline Andréia. **Perfil Conceitual de Morte e a Abordagem Pedagógica do Ciclo de Vida no Ensino de Ciências**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

NICOLLI, Aline Andréia; MORTIMER, Eduardo F. Construção de um Perfil para o Conceito de Morte. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009.

NICOLLI, Aline Andréia; MORTIMER, Eduardo F. Perfil Conceitual e a Escolarização do Conceito de Morte no Ensino de Ciências. **Educar em Revista**, n. 44, p. 19-35, 2012.

NICOLLI, Aline Andréia; MORTIMER, Eduardo F. Building a Profile Model for the Concept of Death. In: MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. (Ed.). **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. Dordrecht; Heidelberg; Nova York; Londres: Springer Science & Business Media, 2014. p. 293-322.

NICOLSON, Malcolm. Community Concepts in Plant Ecology: from humboldtian plant geography to the superorganism and beyond. **Web Ecology**, v. 13, p. 95-102, 2013.

NIEBERT, Kai; GROPPENGIEßER, Harald. Understanding the Greenhouse Effect by Embodiment – analysing and using students' and scientists' conceptual resources. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 2, p. 277-303, 2014.

NIKISIANIS, Nikos; STAMOU, Georgios P. Harmony as Ideology: questioning the diversity–stability hypothesis. **Acta biotheoretica**, v. 64, n. 1, p. 33-64, 2016.

NYLUND, Jan-Erik; KRÖGER, Markus. Cleavage in the Understanding of Sustainability: sustainable pulp industry versus sustained local livelihood. **Scandinavian Journal of Forest Research**, v. 27, n. 2, p. 229-240, 2012.

OATES, David. **Earth Rising: ecological belief in an Age of Science**. Oregon: Oregon State University Press, 1989.

ODENBAUGH, Jay. Idealized, inaccurate but successful: A pragmatic approach to evaluating models in theoretical ecology. **Biology and Philosophy**, v. 20, n. 2-3, p. 231-255, 2005.

OLIVEIRA, Leonardo B. **As Concepções de Biodiversidade: do professor-formador ao professor de biologia em serviço**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 2005.

PALMER, David H. Students' Application of the Concept of Interdependence to the Issue of Preservation of Species: observations on the ability to generalize. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 8, p. 837-850, 1997.

PEARCE, Trevor. “A Great Complication of Circumstances”– Darwin and the Economy of Nature. **Journal of the History of Biology**, v. 43, n. 3, p. 493-528, 2010.

PICKETT, Steward T. A; KOLASA, Jurek; JONES, Clive G. **Ecological Understanding**: the nature of theory and the theory of nature. Cidade: Elsevier, 2007.

PICKETT, Steward T. A.; PARKER, V. Thomas; FIEDLER, Peggy L. The New Paradigm in Ecology: implications for conservation biology above the species level. In: FIEDLER, P. L.; JAIN, Subodh K. (Ed.). **Conservation Biology**: the theory and practice of nature conservation preservation and management. BOSTON: Springer, 1992, p. 65-88.

PIMENTEL, Samadhi Gil C. **O Meio Ambiente e a Relação Natureza / Ser Humano na Ecologia**: uma análise em livros-texto utilizados no ensino superior. 2013. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2013.

PIMENTEL, Samadhi Gil C.; SEPULVEDA, Claudia A. S.; EL-HANI, Charbel N.; NUNES-NETO, Nei F. Perfil Conceitual e Questões Sócio-Científicas: um possível diálogo. In: SEMINÁRIO “CONTRIBUIÇÕES CONTEMPORÂNEAS PARA A PESQUISA EM PERFIS CONCEITUAIS”, 2016, Belo Horizonte. **2ª Circular...** Belo Horizonte: UFMG, 2016. p. 12-13.

PIMENTEL, Samadhi Gil C.; EL-HANI, Charbel N. SEPULVEDA, Claudia A. S. Construção de um Perfil para o Conceito de Equilíbrio Ecológico. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2017.

POSNER, George J.; STRIKE, Keneth A.; HEWSON, Peter W.; GERTZOG, William A. Accommodation of a Scientific Conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

PRADO, Paulo Inácio; EL-HANI, Charbel N. Blaming The Words “Population” and “Community” Has Outlived Its Usefulness in Ecology-a Reply to Magnusson (2013). **Natureza & Conservação**, v. 11, n. 1, p. 99-102, 2013.

QUASI. **Merriam-Webster Dictionary**. Disponível em: <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/quasi>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

REIS, Vanessa P. G. S. **Um Perfil Conceitual de Herança Biológica**: investigando dimensões epistemológicas e axiológicas de significação do conceito no contexto do ensino médio de genética. (2018). Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia; Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador; Feira de Santana, 2018.

REIS, Vanessa P. G. S. SEPULVEDA, Claudia A. S.; EL-HANI, Charbel N. Um Modelo de Perfil Conceitual de Herança Biológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE

PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2017.

RICKLEFS, Robert E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

SANDER, Eike; JELEMENSKÁ, Patrícia; KATTMANN, Ulrich. Towards a Better Understanding of Ecology. **Journal of Biological Education**, v. 40, n. 3, p. 119-123, 2006.

SANTOS, Wildson Luiz P.; MORTIMER, Eduardo F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SCHAFFER, William M.; KOT, M. Chaos in Ecological Systems: the coals that Newcastle forgot. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 1, n. 3, p. 58-63, 1986.

SCHEINER, Samuel M. Toward a Conceptual Framework for Biology. **The Quarterly Review of Biology**, v. 85, n. 3, p. 293-318, 2010.

SEPULVEDA, Claudia A. S. **Perfil conceitual de Adaptação**: uma ferramenta para análise de discurso de salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução. (2010). Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia; Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador; Feira de Santana, 2010.

SEPULVEDA, Claudia A. S. **Uso Heurístico de um Perfil Conceitual de Adaptação no Planejamento de Ensino de Evolução**: aproximando a pesquisa em perfis conceituais da sala de aula por meio da Abordagem da pesquisa de desenvolvimento. (2017). Trabalho científico apresentado para promoção na Carreira de Magistério Superior da classe Professor Adjunto para a de Professor Titular – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017.

SEPULVEDA, Claudia; EL-HANI, Charbel N. Obstáculos Epistemológicos e Sementes Conceituais para a Aprendizagem sobre Adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 2, 2014.

SEPULVEDA, Claudia; MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. Construção de um Perfil para o Conceito de Adaptação Evolutiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VI., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2007.

SEPULVEDA, Claudia; MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. Construção de um Perfil Conceitual de Adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 439-479, 2013.



SEPULVEDA, Claudia; MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. Conceptual Profile of Adaptation: a tool to investigate evolution learning in biology classrooms. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (Eds.). **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. New York: Springer, 2014. p. 163-200.

SILVA, Fábio Augusto R. **O Perfil Conceitual de Vida: ampliando as ferramentas metodológicas para sua investigação**. 2006. Dissertação (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SILVA, Fábio Augusto R.; MORTIMER, Eduardo F.; COUTINHO, Francisco Ângelo. Investigating the Evolution of Conceptual Profiles of Life Among University Students of Biology and Pharmacy: The Use of Statistical Tools to Analyze Questionnaire Answers. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (Eds.). **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. New York: Springer, 2014. p. 143-162.

SILVA, Francismary A. da. **Historiografia da Revolução Científica: Alexandre Koyré, Thomas Kuhn e Steven Shapin**. (2010). Dissertação (Doutorado em História) – Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SILVA, Karla Maria E.; AMARAL, Edenia Maria R.; OLIVEIRA, Maria Adélia B. Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Manguezal: primeiras caracterizações de zonas de perfil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VI., 2007, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: Nutes, UFRJ, 2007.

SIMBERLOFF, Daniel. A Succession of Paradigms in Ecology: essentialism to materialism and probabilism. **Synthese**, v. 43, n. 1, p. 3-39, 1980.

SIMBERLOFF, Daniel. The “Balance of Nature”— evolution of a panchreston. **PLoS Biology**, v. 12, n. 10, 2014. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1001963>>. Acesso em: 22 out. 2014.

SODRÉ, Fernanda C. R. **Uma Proposta de Levantamento de Perfil Conceitual Complexo de Tempo**. (2017). Tese (Doutorado em Ensino de Ciências – Modalidade Física) – Programa de Pós-Graduação Interunidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SOLAR, Rafael G. del; MARONE, Luis; CASENAVE, Javier L. de. Dos Enfoques Mecanicistas de la Explicación en Ecología. In: DENEGRI, G. M. (ed.). **Elogio de la Sabiduría. Ensayos en Homenaje a Mario Bunge en su 95º Aniversario**. Buenos Aires: EDUEBA, 2014.

SPRUGEL, Douglas G. Disturbance, Equilibrium, and Environmental Variability: what is ‘natural’ vegetation in a changing environment?. **Biological Conservation**, v. 58, n. 1, p. 1-18, 1991.

STAUFFER, Robert Clinton. Ecology in the Long Manuscript Version of Darwin's "Origin of Species" and Linnaeus' "Oeconomy of Nature". **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 104, n. 2, p. 235-241, 1960.

STERELNY, Kim; GRIFFITHS, Paul E. Theory Really Matters: philosophy of biology and social issues. In: STERELNY, Kim; GRIFFITHS, Paul E. **Sex and Death: An introduction to philosophy of biology**. Chicago: University of Chicago Press, 1999.

STONE, Lewi; EZRATI, Smadar. Chaos, Cycles and Spatiotemporal Dynamics in Plant Ecology. **Journal of Ecology**, v. 84, n. 2, p. 279-291, 1996.

TANSLEY, Arthur G. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. **Ecology**, v. 16, n. 3, p. 284-307, 1935.

ULANOWICZ, Robert E. Life After Newton: an ecological metaphysic. In: KELLER, David R.; GOLLEY, Frank B. (Ed.). **The Philosophy of Ecology: from science to synthesis**. Athens: University of Georgia Press, 2000. p. 81-100.

VAN DER VALK, Arnold G. From Formation to Ecosystem: Tansley's response to Clements' climax. **Journal of the History of Biology**, v. 47, n. 2, p. 293-321, 2014.

VILCHES, Amparo; GIL PÉREZ, Daniel; PRAIA, B04. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, Wildson. L. P.; AULER, Décio (Orgs.). **CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 161-184.

VYGOTSKY, Lev S. **Thinking and Speech**. 1934. Disponível em: <  
<https://www.marxists.org/archive/vygotsky/works/words/Thinking-and-Speech.pdf>>.  
Acesso em 05 mar. 2017.

WALTER, G. H. Individuals, Populations and the Balance of Nature: the question of persistence in ecology. **Biology & Philosophy**, v. 23, n. 3, p. 417-438, 2008.

WELLS, Gordon. Learning to Use Scientific Concepts. **Cultural Studies of Science Education**, v. 3, n. 2, p. 329-350, 2008.

WERTSCH, James V. Vygotsky: the man and his theory. In: WERTSCH, James V. **Vygotsky and the Social Formation of Mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

WERTSCH, James V. **Voices of the Mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1993.

WHITE, Thomas C. R. The Environment of All Organisms Is Inadequate. In: WHITE, T. C. R. **The Inadequate Environment: nitrogen and the abundance of animals**. Springer Science & Business Media, 1993.

WHITMORE, Timothy C. **Tropical Rain Forests of the Far East**. Oxford: Clarendon Press, 1975.

WILSON, Edward O. **O Futuro da Vida**: um estudo da bioesfera para a proteção de todas as espécies, inclusive a humana. Editora Campus, 2002.

WOOD-ROBINSON, Colin. Children's Biological Ideas: knowledge about ecology, inheritance, and evolution. In: GLYNN, Shawn, M.; DUIT, Reinders (Eds.) **Learning Science in the Schools**: research reforming practice. Mahwah: Erlbaum, 1995, pp. 111–30.

WORSTER, Donald. The Ecology of Order and Chaos. **Environmental History Review**, v. 14, n. 1/2, p. 1-18, 1990.

WORSTER, Donald. **Nature's Economy**: a history of ecological ideas. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

WU, Jianguo; LOUCKS, Orié L. From Balance of Nature to Hierarchical Patch Dynamics: a paradigm shift in ecology. **The Quarterly Review of Biology**, v. 70, n. 4, p. 439-466, 1995.

WU, Jianguo; WU, Tong. Ecological Resilience as a Foundation for Urban Design and Sustainability. PICKETT, Steward T. A; CADENASSO, Mary L.; MCGRATH, Brian (Ed.). **Resilience in Ecology and Urban Design**: linking theory and practice for sustainable cities. Nova York: Springer, 2013. p. 211-229.

ZEIDLER, Dana L; SADLER, Troy D.; SIMMONS, Michael L.; HOWES, Elaine V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

ZIMMERMAN, Corinne; CUDDINGTON, Kim. Ambiguous, Circular and Polysemous: students' definitions of the "balance of nature" metaphor. **Public Understanding of Science**, v. 16, n. 4, p. 393-406, 2007.

**APÊNDICE A – Questionário da Pesquisa com Cenário Ecológicos e Socioecológicos Abordando o Conceito de Equilíbrio Ecológico**



**Programa de Pós-Graduação em Ensino,  
Filosofia e História das Ciências**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA



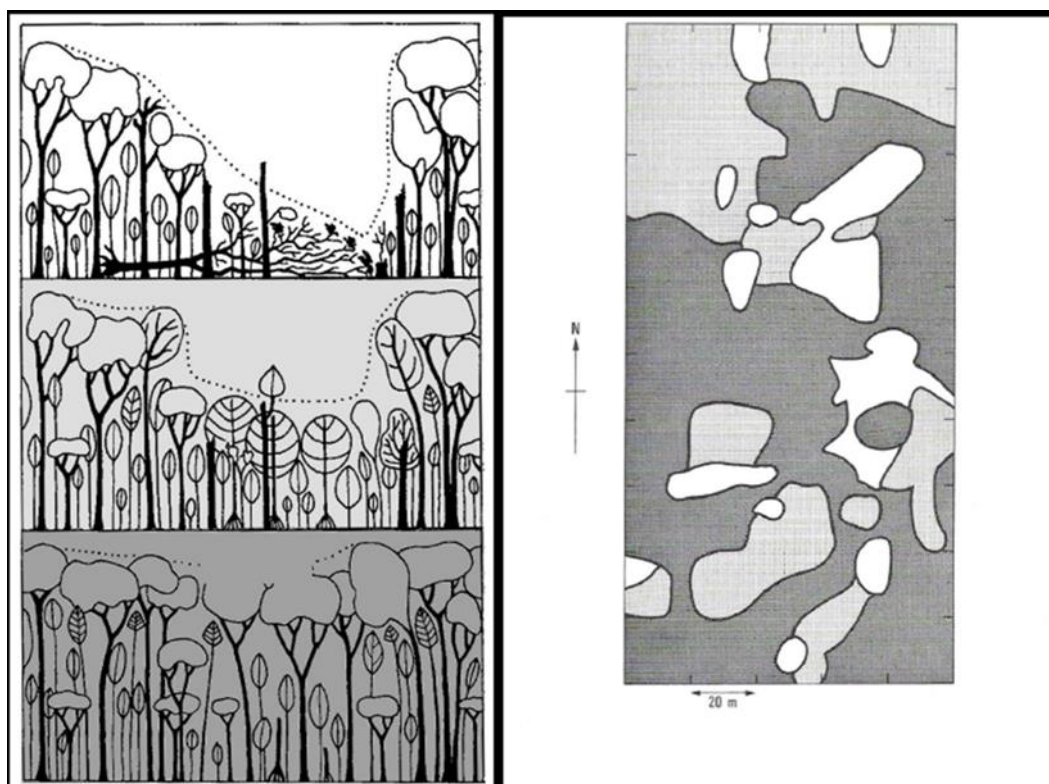
**Projeto de pesquisa de doutorado “Perfil conceitual aplicado à compreensão da dinâmica de sistemas ecológicos e socioecológicos”**

**Doutorando: Samadhi Gil C. Pimentel**

**Orientadores/as: Claudia Sepulveda e Charbel El-Hani**

**QUESTIONÁRIO SOBRE CENÁRIOS ABORDANDO DINÂMICAS ECOLÓGICAS E SOCIOECOLÓGICAS**

**QUESTÃO 1:** A figura abaixo encontra-se em um estudo de Whitmore (1975) sobre variação espacial e regeneração temporal em uma floresta tropical úmida do extremo Oriente:



O mapa na direita representa a distribuição espacial de diferentes manchas florestais, representadas esquematicamente pela coluna da esquerda, em uma área de 200 metros de comprimento por 100 metros de largura. As cores na coluna da esquerda indicam diferentes estados da vegetação em um mesmo momento dentro da área pesquisada, representada pelo mapa.

- A) O que pode gerar a variação espacial representada na figura?
- B) Qual a relação que pode ser estabelecida entre as diferentes manchas e o ambiente ou fatores externos à floresta, em termos de influências sobre as dinâmicas ecológicas das manchas?
- C) Algum destes fragmentos pode ser considerado o estado típico ou ideal da floresta? Por quê?
- D) Caso considere que haja um estado típico ou ideal, ele poderia de alguma forma ocupar toda a área? Explique.

**QUESTÃO 2:** Em um estudo que abrangeu um período de 12 anos, subsequente à perturbação catastrófica de uma floresta tropical na costa leste da Nicarágua por um furacão, Vandermeer e colaboradores (2004, p. 575-579) analisaram o que aconteceu com a floresta após o impacto. Os pesquisadores trabalharam com duas hipóteses alternativas: 1) a floresta se recuperaria naturalmente e voltaria a apresentar um estado homogêneo e semelhante ao anterior e 2) estados variados e diferentes do anterior poderiam ser alcançados.

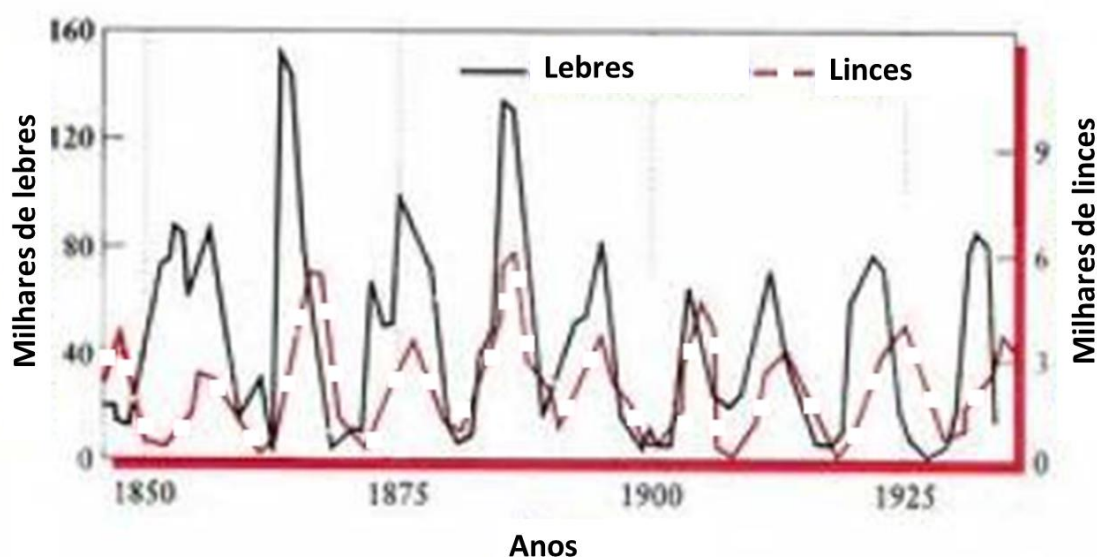
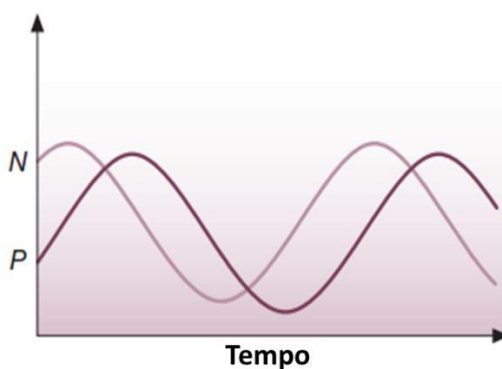
Considerando seus conhecimentos sobre o tema, quais das hipóteses você acredita que o estudo validou? Por quê?

- A) É possível prever como as florestas se recuperam e o estado final da recuperação das florestas? Explique.
- B) A recuperação que você considera ideal para ocorrer deveria ser com ou sem a intervenção humana?
- C) Caso não ocorresse o furacão nem outro tipo de distúrbio por muito tempo, você imagina que poderia ocorrer alguma mudança na floresta em longo prazo? Como?

**QUESTÃO 3:** Interações entre predadores e presas resultam normalmente em oscilações na densidade de ambas as populações. Mudanças nas densidades populacionais de pequenos roedores e felinos são exemplos bem conhecidos de

oscilações de populações de predador e presa. Nas pesquisas sobre ecologia de populações, busca-se identificar como é a variação no tempo e quais são os fatores determinantes para a variação populacional.

A primeira figura abaixo é um modelo de interação entre populações de predador e de presa (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 236), sendo que  $N$  representa o tamanho da população de presas e  $P$  de predadores ao longo do tempo. A segunda é um exemplo de resultado de pesquisa, envolvendo uma população de linces em interação trófica com uma população de lebres (PURVES et al., 2002, p. 979), sendo que o tamanho da população está em milhares de indivíduos ao longo do eixo referente aos anos.

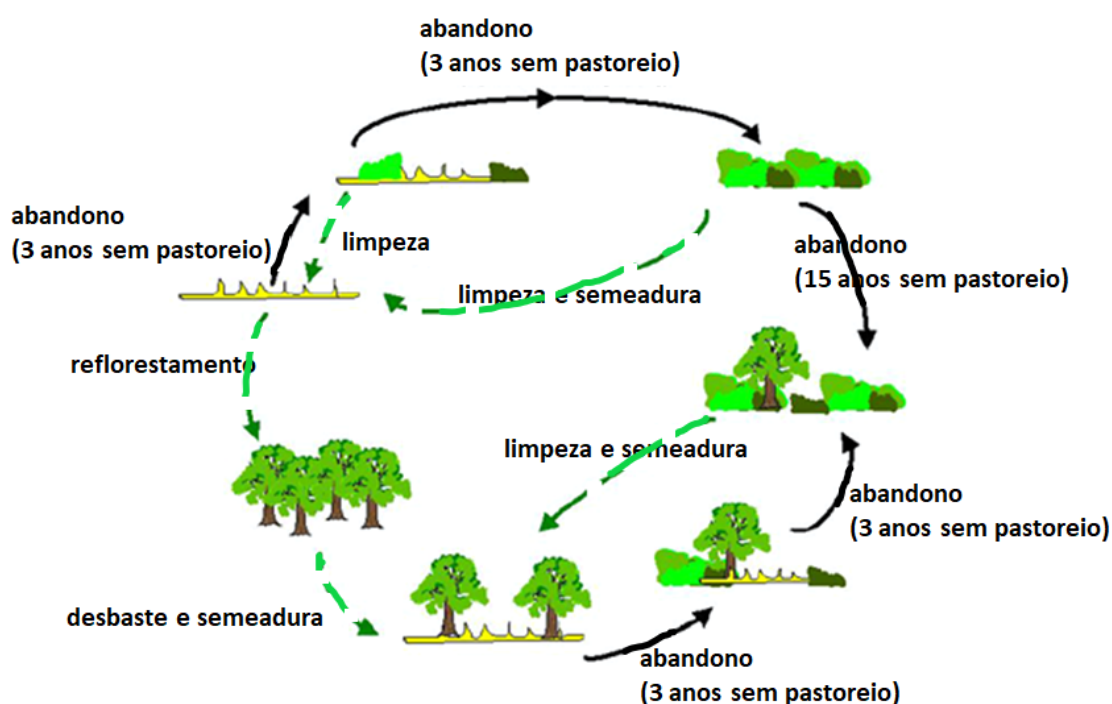


Compare e discuta os dois gráficos, respondendo uma das duas questões abaixo:

- A) Você considera que os gráficos são compatíveis ou incompatíveis entre eles? Explique.

- B) Caso considere incompatível, qual você considera que pode representar melhor os padrões que ocorrem na realidade de uma forma geral ou mais recorrente? Explique.
- C) Qual ou quais são as causas que levam ao padrão que você considerou mais geral ou recorrente em relação à realidade?
- D) A interação entre predadores e presas pode ser considerada suficiente para influenciar nas oscilações populacionais? Por quê?

**QUESTÃO 4:** Não é incomum que alguns ecossistemas apresentem oscilações na sua configuração. Por exemplo, devido a incêndios, grandes manchas do cerrado apresentam variações que vão do cerrado herbáceo ao cerrado arbóreo-arbustivo. Estes fenômenos também ocorrem na savana, onde outros fatores de interferência bem conhecidos nas dinâmicas dos sistemas socioecológicos de alguns locais são o pastoreio tradicional e o forrageio de grandes mamíferos. Na floresta mediterrânea de bosques e arbustos, estes fatores podem se intercalar com o manejo antrópico ativo da vegetação. Baseado neste último caso, Etienne (2003, p. 7) elaborou o seguinte modelo de ciclos socioecológicos associados à exploração pastoril da floresta mediterrânea:



Na figura, os diversos estados do sistema socioecológico do modelo em questão são representados pelas ilustrações. As setas representam o que ocorre na transição entre os diferentes estados, de acordo com o modelo. Observe que as setas tracejadas indicam ação antrópica direta e as setas contínuas indicam remoção da ação antrópica direta.

- A) Na sua opinião, existe algum estado que pode ser considerado ideal? Justifique?
- B) Você sugeriria retirar algum processo para favorecer algum estado? Quais?
- C) Seria possível a coexistência destes diferentes estados em um mesmo tempo numa determinada área? Em que condições?
- D) Na ausência do ser humano, variações desta amplitude podem ocorrer? Explique?

**QUESTÃO 5:** Mudanças ambientais são normalmente consideradas desastrosas, mas podem promover benefícios econômicos e sociais, de modo que pelo menos alguns grupos sociais podem considerar indesejável a recuperação para o estado inicial do sistema. Por exemplo, no Golfo do Maine, nos Estados Unidos, um ecossistema com dominância de bacalhaus transformou-se em um ecossistema com dominância de lagostas, após a sobrepesca dos bacalhaus, os quais se alimentam não exclusivamente de lagostas. Apesar de a proliferação das lagostas não ter sido intencional, tornou a pesca mais abundante e lucrativa do que no estado anterior. Considerando não haver nenhuma evidência de efeitos em cascata possivelmente negativos desta modificação ambiental, um forte debate ocorre se se deve promover a mesma alteração (sobrepesca do bacalhau até este deixar de ser dominante) em outros locais ou, ao contrário, se deve ser feita a recuperação do estoque de bacalhau no Golfo do Maine (SELKOE et al., 2015, p. 8).

No debate a respeito deste caso, é recorrente o uso do termo “equilíbrio ecológico”. Você usaria este termo para interpretar a mudança ambiental e suas implicações descritas no texto? Como? Com qual significado?

Considerando que há conectividade entre ecossistemas modificados e os que permaneceram com dominância de bacalhaus, o que você considera que poderia acontecer em longo prazo diante da aplicação de cada uma das propostas? Explique.



Se você tivesse que dar um parecer sugerindo uma solução para a discussão, como seria? Justifique.

**QUESTÃO 6:** Considere o seguinte trecho extraído do *site* “Portal Educação” (COLUNISTA, 2008): “Equilíbrio da natureza; estado em que as populações relativas das diferentes espécies permanecem constantes; o equilíbrio ecológico tem um caráter dinâmico, pois é submetido às relações constantes entre os seres vivos de uma comunidade e entre as comunidades ecossistemas [...]; [sic]”

- A) Qual a sua opinião sobre esta citação, considerando-se seus conhecimentos sobre as dinâmicas dos sistemas ecológicos e socioecológicos? Explique.

## REFERÊNCIAS

- COLUNISTA. Equilíbrio Ecológico. **Portal Educação**. 2008. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/equilibrio-ecologico/5952>, Acesso em: 01 jun. 2017
- ETIENNE, Michel. **Sylvopast**: a multiple target role-playing game to assess negotiation processes in sylvopastoral management planning. Disponível em: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/5.html>. Acesso em: 12 mar. 2017. 2003.
- PURVES, William. K.; SADAVA, David; ORIAN, Gordon H.; HELLER, Craig H. **Vida: a Ciência da Biologia**. Volume II: Evolução, Diversidade e Ecologia. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- SELKOE, K. A. et al. Principles for managing marine ecosystems prone to tipping points. **Ecosystem Health and Sustainability**, v. 1, n. 5, 2015.
- TOWNSEND, Colin R.; BEGON, Michael; HARPER, John L.. **Essentials of Ecology**. Malden: Backwell Publishing, 2008.
- VANDERMEER, John; DE LA CERDA, Iñigo G.; PERFECTO, Ivette; BOUCHER, Douglas; RUIZ, Javier; KAUFMANN, Andrew. Multiple Basins of Attraction in a Tropical Forest: Evidence for nonequilibrium community structure. **Ecology**, v. 85, n. 2, 2004.
- WHITMORE, T. C. **Tropical Rain Forests of the Far East**. Oxford: Clarendon Press, 1975.

## APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)



### Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA



Sou Samadhi Gil Carneiro Pimentel, estudante de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Neste curso, desenvolvo o projeto de pesquisa intitulado “Perfil conceitual aplicado à compreensão da dinâmica de sistemas ecológicos e socioecológicos”, orientado pela professora Claudia de Alencar Serra e Sepulveda do Departamento de Educação da UEFS e pelo professor Charbel Niño El-Hani do Instituto de Biologia da UFBA.

Nosso objetivo é investigar como o perfil conceitual (um modelo da diversidade de modos de pensar e falar sobre um conceito) pode ser empregado no planejamento de ensino de uma sequência didática para promover a compreensão da dinâmica dos sistemas socioecológicos e ecológicos e auxiliar na tomada de decisão em questões socioambientais. Mais especificamente, buscamos: 1) identificar o que estrutura os modos de pensar no contexto da compreensão de cenários ecológicos e socioecológicos; 2) construir um modelo de perfil conceitual aplicado à compreensão da dinâmica de sistemas ecológicos e socioecológicos; 3) utilizar o modelo para propor uma inovação educacional; e 4) analisar como o perfil conceitual pode contribuir no planejamento do ensino.

Para tanto, estamos realizando: 1) pesquisa em fontes bibliográficas da história e da filosofia da Ecologia e das Ciências Ambientais e em fontes sobre concepções alternativas a conceitos científicos; 2) entrevistas com estudantes de pós-graduação nas áreas da Ecologia e da Engenharia Ambiental; e 3) observações em sala de aula em turmas de Bacharelado e Licenciatura de Ciências Biológicas. **Caso concorde em participar da pesquisa, solicitaremos uma entrevista e/ou resposta à questionário e/ou permissão para ser observado em sala de aula.** Tanto a entrevista quanto as observações em sala de aula serão gravadas com gravador de som. Gravações de som, vídeo e respostas ao questionário serão transcritas e analisadas.

Com esta pesquisa esperamos contribuir para uma melhor compreensão conceitual de uma discussão que é estruturante nas Ciências Ambientais, na Ecologia e muito utilizada no cotidiano, bem como em discursos ambientalistas e na mídia, por exemplo. Assim, esperamos que os produtos de nossa pesquisa sejam utilizados no ensino, servindo para a melhoria do mesmo e contribuindo para a formação no sentido de qualificar a tomada de decisão em questões socioambientais.

O sigilo da identidade e a privacidade dos participantes da pesquisa e das instituições serão assegurados, uma vez que os dados obtidos serão tratados com confidencialidade. Asseguramos também que apenas as informações relacionadas diretamente ao tema da pesquisa serão divulgadas.

Ressaltamos que os objetivos e os procedimentos da pesquisa planejados envolvem riscos mínimos, na medida em que podem ocorrer desconfortos durante a entrevista ou observação. Não há riscos físicos. As perguntas serão respeitadas e o participante poderá responder apenas o que considerar pertinente, sendo que a qualquer momento poderá desistir de participar, solicitando a anulação do seu consentimento. Nenhum tipo de recusa acarretará em desgastes na relação com os pesquisadores ou com as instituições promotoras da pesquisa, compreendendo-se ser de direito dos participantes da pesquisa.

Importante mencionar que os participantes da pesquisa não arcarão com nenhuma despesa específica da pesquisa. Da mesma forma, não haverá nenhum repasse financeiro ou gratificação material pela participação na pesquisa.

Por fim, cumpre informar que o armazenamento dos dados coletados será por no mínimo cinco anos e ficará no Grupo Colaborativo de Pesquisa em Ensino de Ciências da UEFS (GCPec-UEFS) e no Laboratório de Ensino, História, Filosofia da Biologia (LEHFBio-UFBA). Vale ressaltar que pretendemos socializar com os participantes da pesquisa todos os produtos da mesma.

Caso queira, em outro momento, tirar alguma dúvida sobre a pesquisa ou mesmo desistir de participar dela, ligue para o GCPec-UEFS, que fica na Universidade Estadual de Feira de Santana, localizada na Avenida Transnordestina, s/n, Bairro Novo Horizonte, Feira de Santana-BA, CEP: 44036-900, UEFS, sala MT 54. O contato é: Tel.: (75)31618472. Também pode enviar e-mail para samadhi.pimentel@gmail.com; sepulveda.cau@gmail.com e charbel.elhani@gmail.com.

Local e Data:

\_\_\_\_\_  
Pesquisador

\_\_\_\_\_  
Participante da pesquisa  
E-mail e telefone:

## ANEXO A – Quadro e legenda original do quadro de Hovardas e Korfiatis (2011)

**Table 1** Learners' misconceptions based on the 'Balance of Nature' metaphor and objectives of the educational intervention proposed

Topic	Misconceptions	Objectives
Number of points where nature is found in a balanced state	There is only one point where nature can be found in a balance state	There can be more than one balance points, which might have different consequences for population dynamics
Balance as an aim of environmental management or nature conservation	Balance is always desired as a state of nature	Balance in the case of unstable equilibria is not desired, since it is related to the possibility of the population to go extinct
Balance conceptualized as in contradistinction to change	Balance in nature presupposes the absence of change	Balance in population dynamics is defined as the state at which net rate of change in population density is zero; demographic events continue to be recorded
Balance vs. change as a rule in nature	Balance in nature is permanent unless nature is disturbed by humans	Balance is impermanent and transient; the rule in nature is change, which can sometimes lead to balance
Humans vs. nature as the cause of imbalance	Imbalance is always the result of human intervention	Both balance and imbalance can be the result of natural mechanisms; humans are not the only cause of imbalance in nature
Reasoning concerning cause and effect in ecological phenomena	Nature is equal to 'balance of nature'	Balance is not synonymous to nature itself; balance is a state that can be explained by causal mechanisms such as the Allee effect
Conceptualization of protected areas	Protected areas comprise refuges of 'intact' nature, where nature is left undisturbed to take its course	Protected areas comprise areas of regulated land uses where ecological phenomena undergo causal mechanisms based on the mutual relation between society and nature
Dualist vs. dialectic position on the interplay between society and nature	If 'intact' nature is left undisturbed by humans, viable population sizes of endangered species are guaranteed	Viable population sizes are not guaranteed by some 'intact' nature; they are facilitated by specific causal mechanisms based on the mutual relation between society and nature