

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**

PATRÍCIA DA SILVA NUNES

**SUCESSÃO ECOLÓGICA: ANÁLISE DAS
CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES INGRESSANTES
EM UM CURSO DE BIOLOGIA POR MEIO DA
HISTÓRIA E TRANSPOSIÇÃO DESTE CONCEITO**

**Bauru
2012**

PATRÍCIA DA SILVA NUNES

**SUCESSÃO ECOLÓGICA: ANÁLISE DAS
CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES INGRESSANTES
EM UM CURSO DE BIOLOGIA POR MEIO DA
HISTÓRIA E TRANSPOSIÇÃO DESTE CONCEITO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Área de Concentração em Ensino de Ciências e Matemática, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Orientador: Osmar Cavassan

**Bauru
2012**

Nunes, Patrícia da Silva

Sucessão ecológica: análise das concepções de
estudantes ingressantes em um curso de biologia por meio
da história e transposição deste conceito /
Patrícia da Silva Nunes, Bauru, 2012.
118 f.

Orientador: Osmar Cavassan

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

1. Ensino de biologia. 2. Ensino de ecologia. 3.
Evolução de comunidades. 4. Transposição didática. 5.
Semiótica. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade
de Ciências. II. Título.

PATRÍCIA DA SILVA NUNES

**SUCESSÃO ECOLÓGICA: ANÁLISE DAS
CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES INGRESSANTES
EM UM CURSO DE BIOLOGIA POR MEIO DA
HISTÓRIA E TRANSPOSIÇÃO DESTE CONCEITO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Área de Concentração em Ensino de Ciências e Matemática, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *Campus* de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Banca examinadora:

Presidente: Prof. Dr. Osmar Cavassan

Examinadora: Profa. Dra. Luzia Marta Bellini

Examinadora: Profa. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira

Bauru, 10 de fevereiro de 2012.

Aos meus pais José Antônio e Maria Gorete por me ensinarem os verdadeiros valores da vida e aos meus irmãos Paula e Zezinho por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Osmar Cavassan, meu orientador e amigo, por todos os ensinamentos, atenção e apoio no processo de orientação, e principalmente por me fazer amar a cada dia mais intensamente a Ecologia.

À Dra. Fernanda da Rocha Brando, minha orientadora de Iniciação Científica, por me guiar nos meus primeiros passos como pesquisadora em Ensino de Ciências.

À Profa. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira, pelas suas aulas durante a graduação que me fizeram voltar os olhos para as questões educacionais, bem como pelo seu auxílio acadêmico sempre que necessário.

À Profa. Dra. Luzia Marta Bellini por suas valiosas contribuições durante os exames de qualificação e defesa.

A todos os meus professores, desde a pré-escola até a pós-graduação, que contribuíram para a minha formação.

Ao Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia, por proporcionar o desenvolvimento de meu “pensamento biológico”.

Aos sujeitos da pesquisa e a Profa. Dra. Eliana Marques Zanata, pois sem eles, o meu trabalho seguiria outros rumos.

Aos meus queridos amigos de infância e vida adulta (Angela Castro, Claudemir Faccioli, Geisa Cesário e Natália Nagima) pela amizade sincera.

Às minhas estimadas amigas de república (Adriana Nascimento, Alessandra Casali, Lívia Ferraz, Priscila Alvaredo e Raquel Faccioli) por me proporcionarem momentos de intensa felicidade.

Aos queridos “bioindicadores” (Fabiana Forte, Juliana Montesino, Melina Guerreiro, Rafael Damasceno e Vera Silvia) pelas infinitas risadas.

Aos amigos e companheiros de pós-graduação Paloma Rodrigues e André Corrêa pelo imenso carinho e por sempre me ouvirem nos meus momentos de “crises metodológicas”.

Aos meus pais (José Antônio e Maria Gorete), meus irmãos (Paula e José Antônio) e ao querido Fábio Carbonaro que sempre me deram força e acreditaram mais em mim do que eu mesma.

As funcionárias da pós-graduação (Denise, Andressa, Gethiely e Toninha) pelo apoio.

Finalmente às agências de fomento CAPES e FAPESP (Processo: 2010/04135-0) pelo apoio financeiro, no primeiro e no segundo ano de mestrado, respectivamente.

NUNES, P. S. **Sucessão ecológica**: análise das concepções de estudantes ingressantes em um curso de Biologia por meio da história e transposição deste conceito. 2012. 118f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

RESUMO

O conceito de sucessão ecológica, que possui um potencial integrador no ensino de Ecologia, vem passando por diversas transformações desde que foi desenvolvido. Para entendê-lo faz-se necessária a compreensão de outros conceitos tais como, o de população, de ecossistemas, de relações entre os seres vivos e o de hábitat. O entendimento desse processo justifica-se, pois, por meio dele, torna-se possível compreender a dinâmica vegetacional, essencial, dentre outras coisas, para a prática de restauração de áreas degradadas. Mesmo diante da importância desse conceito, muitas vezes, evidencia-se que aspectos necessários para o seu entendimento, como o caráter dinâmico das comunidades são apresentados de maneira distorcida, enfatizando-se inclusive a existência de um clímax estável. Assim, tendo em vista a importância desse conceito, objetivou-se neste trabalho analisar como os alunos ingressantes em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas o compreendem, visando obter um indicador que auxilie na definição de estratégias didáticas que levem em consideração suas concepções alternativas. Foi dada preferência a esse público, pois esses futuros professores de Biologia, ainda no primeiro ano de graduação, carregam muitos dos conceitos aprendidos no Ensino Médio e ainda não sofreram intervenção sobre o assunto no nível superior. Para entender as concepções apresentadas pelos respondentes foram analisados livros didáticos e apostilas utilizadas por eles durante o Ensino Médio, bem como textos históricos sobre o conceito. Além disso, foi elaborado um diagrama semiótico, o qual auxiliou na análise dos esquemas elaborados pelos graduandos. Na análise dos manuais didáticos verificou-se que esse conceito geralmente é apresentado de maneira dogmática, simplista e fragmentada, desconsiderando-se a complexidade do fenômeno. Apenas as perspectivas de poucos pesquisadores foram exploradas nesses materiais, ficando evidente a predileção pelas teorias deterministas de Clements em detrimento das teorias probabilísticas de Gleason, fato contraditório, pois a perspectiva gleasoniana atualmente é a mais aceita pela comunidade científica. Ressalta-se que não se defende aqui, que todos os conhecimentos detidos pelos cientistas sejam transpostos para o ensino básico, como um acúmulo de informações. Porém, assinala-se, que os conteúdos ensinados aos alunos sejam aqueles que façam a diferença para a vida dos mesmos. Por fim, ao final desta pesquisa foi possível concluir que existe uma forte relação entre o livro didático e a concepção dos respondentes, sendo necessário, portanto uma revisão na qualidade desses materiais, como apontado em outras pesquisas. Infere-se a necessidade de que os livros didáticos tratem de forma mais completa o conceito de sucessão ecológica, mostrando, por exemplo, por meio da história da ciência, as concordâncias e as controvérsias entre os pesquisadores, bem como, interligando os diversos conceitos necessários para o seu entendimento. Isso poderia auxiliar os alunos a entenderem esses conceitos como interdependentes, estratégia que iria ao encontro da visão integrada que o ensino de Ecologia requer.

Palavras-chave: ensino de biologia; ensino de ecologia; evolução de comunidades; transposição didática; semiótica.

NUNES, P. S. **Ecological succession:** analysis of the concepts of newly admitted students of Biology graduate through the history and transposition of this concept. 2012. Master's thesis in Science Education. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

ABSTRACT

The ecological succession concept, which has a potential integrator in the ecology teaching, has undergone several transformations since it was developed. To understand it is necessary to know other concepts such as the population, ecosystems, relationships between living beings and habitat. The understanding of this process is justified because, through this, it's possible to understand the vegetation dynamics, essential, among other things, the practice of land reclamation. Even considering the importance of this concept, many times, it's clear that elements necessary for its understanding, as the communities' dynamic nature are presented in a distorted way, including emphasis on existence of a stable climax. Thus, in view of the importance of this concept, this study aimed to examine how newly admitted students (pre-service teachers' education in Biology's graduation) understand it, to obtain an indicator to assist in the strategies teaching definition that take into account their misconceptions. We choose this audience, because these future biology's teachers, in first year of graduation, they carry many of the concepts learned in high school and they haven't received intervention of college studies. To understand the concepts presented by the respondents were analyzed textbooks and handouts used by them during high school, as well as historical texts about the concept. In addition, we constructed a semiotic diagram, which helped in the analysis of the schemes prepared by undergraduates. In the textbooks analysis we found that the concept is often presented in a dogmatic, simplistic and fragmented way, disregarding the complexity of the phenomenon. Moreover, the prospects of few researchers were explored in these materials, leaving a clear predilection for Clements' deterministic theories, over the Gleason's probabilistic theories, indeed contradictory, because the gleasonian's prospect the most accepted by the scientific community in nowadays. It's noteworthy that not suggesting here that all knowledge produce by scientists to be transfer into elementary education, as an accumulating data. However, it is noted that the content taught to students are those who make a difference to their lives. Finally, at the research end we was concluded that there is a strong relationship between the textbook and the respondents conceptions, it's necessary therefore to review the quality of these materials, as noted in other studies. We infer the need that textbooks treat more fully the ecological succession concept, showing, for example, through the history of science, the agreements and disagreements between the researchers and linking the various concepts necessary for their understanding, allowing students to understand these concepts as interdependent. This strategy would meet the integrated view that it's required by the Ecology teaching.

Key-words: biology teaching; ecology teaching; evolution of communities; didactic transposition; semiotics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Modelo de sistema didático de ensino proposto por Chevallard (1991, p. 28).....	10
Figura 2-	Representação dos tipos de transposição didática proposto por Chevallard.....	11
Figura 3-	Categorias universais da experiência segundo Peirce.....	33
Figura 4-	Tríade correspondente a relação entre o signo com seu objeto dinâmico.....	35
Figura 5-	Diagrama proposto para o fenômeno de sucessão ecológica.....	36
Figura 6-	Esquema de sucessão primária iniciada em uma rocha exposta até o estabelecimento de uma floresta.....	38
Figura 7-	Esquema de sucessão secundária iniciada em uma área de floresta incendiada, até a recomposição da comunidade florestal original.....	38
Figura 8-	Modelo de sucessão ecológica iniciado em uma rocha nua.....	41
Figura 9-	Esquema de sucessão ecológica iniciada em uma rocha nua (baseado no que foi apresentado no livro 7).....	44
Figura 10-	Esquema de sucessão secundária iniciada em um campo de cultivo abandonado.....	45
Figura 11-	Esquema de sucessão secundária em um campo abandonado.....	47
Figura 12-	Respostas com maior grau de importância na questão 2.....	58

Figura 13-	Respostas com menor grau de importância na questão 2.....	60
Figura 14-	Esquema de sucessão ecológica- representação de uma sucessão primária iniciada em uma rocha nua.....	61
Figura 15-	Esquema de sucessão ecológica- representação de uma sucessão secundária iniciada em uma área desmatada, com a participação de animais.....	62
Figura 16-	Esquema de sucessão ecológica- representação de uma sucessão secundária iniciada em uma área desmatada, sem a participação de animais.....	63
Figura 17-	Esquema de sucessão ecológica - ciclo entre aumento da complexidade na comunidade ao longo do tempo até a morte.....	63
Figura 18-	Esquema de sucessão ecológica - extinção da vida, desertificação, retorno da vida.....	64
Figura 19-	Esquema de sucessão ecológica - evolução do homem.....	65
Figura 20-	Esquema de sucessão ecológica - adaptação de uma espécie às condições ambientais.....	65
Figura 21-	Esquema de sucessão ecológica - a água de um corpo d'água seca com o tempo, formando, posteriormente, um deserto.....	66
Figura 22-	Esquema de sucessão ecológica - ciclo de vida de um vegetal.....	67
Figura 23-	Esquema de sucessão ecológica - corte de árvore.....	67
Figura 24-	Esquema de sucessão ecológica - fatores de exposição e substituição de espécies.....	68
Figura 25-	Esquema de sucessão ecológica – visão social.....	68

Figura 26-	Esquema de sucessão ecológica- decomposição de animais.....	69
Figura 27-	Porcentagem de respostas para cada alternativa.....	70
Figura 28-	Bloco de respostas obtidas na questão 4.....	71
Figura 29-	Porcentagem de respostas para cada alternativa da questão 5.....	72
Figura 30-	Bloco de respostas obtidas na questão 5.....	73
Figura 31-	Porcentagem de respostas- não usaria- para cada alternativa da questão 6.....	74
Figura 32-	Porcentagem de respostas- usaria com ressalvas- para cada alternativa da questão 6.....	74
Figura 33-	Porcentagem de respostas- usaria com certeza- para cada alternativa da questão 6.....	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-	Lista de livros didáticos e apostilas analisados.....	37
Quadro 2-	Idade dos respondentes.....	50
Quadro 3-	Frases sobre o conceito de sucessão ecológica e suas letras correspondentes.....	56
Quadro 4-	Respostas dadas a frase “outros”	60
Quadro 5-	Frases sobre o conceito de sucessão ecológica e suas letras correspondentes.....	69
Quadro 6-	Opções de biomas que poderiam estar na fase de clímax.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Transcrição das respostas dadas à questão 1 do questionário e enquadramento segundo algumas categorias.....	51
Tabela 2-	Categorias <i>versus</i> respondentes.....	55
Tabela 3-	Valor de importância dada a cada uma das frases da questão 2.....	57

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	5
Objetivo Geral.....	6
Objetivos Específicos	6
1 O ENSINO DE ECOLOGIA E A SUCESSÃO ECOLÓGICA	7
1.1 A transposição de conhecimentos e o livro didático.....	8
1.2 História e Filosofia da Biologia	12
1.3 O movimento das concepções alternativas	13
2 METODOLOGIA.....	16
2.1 Sujeitos da pesquisa	17
2.2 Pesquisa Qualitativa.....	17
2.3 Análise dos textos históricos e dos materiais didáticos	18
2.4 Análise dos questionários e entrevistas	19
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1 Reconstrução histórica do conceito de sucessão ecológica	22
3.2 Diagrama semiótico e o conceito de sucessão ecológica	32
3.3 Análise dos livros didáticos e apostilas	37
3.3.1 Livro 1	37
3.3.2 Livro 2	39
3.3.3 Livro 3	40
3.3.4 Livro 4	40
3.3.5 Livro 5	42
3.3.6 Livro 6	42
3.3.7 Livro 7	43
3.3.8 Livro 8	45
3.3.9 Livro 9	45
3.3.10 Livro 10	46
3.3.11 Livro 11.....	47

3.3.12 Análise Geral	48
3.4 Análise das respostas dos alunos ao questionário	50
3.4.1 Análise das questões pessoais	50
3.4.2 Análise das questões conceituais	51
3.4.2.1 Questão 1	51
3.4.2.2 Questão 2	56
3.4.2.3 Questão 3	61
3.4.2.4 Questão 4	69
3.4.2.5 Questão 5	71
3.4.2.6 Questão 6	73
3.5 Análise das respostas dos alunos à entrevista	75
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
APÊNDICE I- Questionário	93
APÊNDICE II- Roteiro da Entrevista	96
APÊNDICE III- Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	98
ANEXO I- Grade curricular do curso em Licenciatura em Ciências Biológicas- período noturno.....	99
ANEXO II- Grade curricular do curso em Licenciatura em Ciências Biológicas- período integral	101
ANEXO III- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	103

*"O conhecimento torna a alma jovem e diminui a amargura da velhice.
Colhe, pois, a sabedoria. Armazena suavidade para o amanhã."*

Leonardo da Vinci (1452- 1519)

Introdução

O termo “Ecologia” vem ocupando um lugar de destaque nas discussões em geral, devido à preocupação crescente com as questões ambientais. Em 1866, quando foi cunhado por Haeckel, fazia alusão a economia da natureza, aos modos de vida e às relações entre os organismos (ACOT, 1990). Recentemente, tem recebido uma diversidade de definições, as quais muitas vezes, diferem muito de sua primeira acepção.

Embora seja interessante a divulgação dos conhecimentos científicos para sociedade, essa exposição, no caso da Ecologia, trouxe consigo uma consequência não desejável, isto é, a vulgarização do uso desse vocábulo em muitos setores sociais (FERNANDEZ, 2010), o que, aos poucos, tem tirado o seu real significado. Assim, qualquer discussão que envolva temas ambientais está sendo classificada como “ecológica”. A utilização distorcida desse termo foi explicada por Fernandez:

[...] problemas ambientais em geral, conservação da natureza, qualquer aspecto da relação do homem com o meio físico e biótico, e por aí vai. Carros, casas, roupas, até sanduíches são ecológicos ou não (FERNANDEZ, 2010, p. 10).

Nesse contexto de distorções, a escola insere-se como uma construtora de saberes interessantes aos alunos, transpondo os conhecimentos concernentes a essa ciência, de maneira que sejam inteligíveis aos estudantes e, simultaneamente, não sejam exacerbadamente reduzidos. A simplificação extremada de conceitos pode culminar em distorções, como podemos presenciar em algumas campanhas publicitárias de ‘salve o verde’. Diante dessas evidências, faz-se necessário que o ensino de Ecologia ofereça ao aluno, uma visão aplicada dos conceitos ecológicos. Como evidencia Weissmann (1998, p. 132), devemos “colocar à disposição dos alunos conceitos claros e adequados que lhes permitam compreender a diversidade e a complexidade dos fenômenos naturais.”

No entanto, apesar da necessidade de se inserir essas temáticas de maneira que motive os estudantes, atualmente, o ensino de Ecologia tem sido comprometido pelas estratégias utilizadas em sala de aula que transformam o aluno em elemento passivo e sujeito a uma síntese de informações, conteúdos pré-julgados, atrelados a livros-textos que muitas vezes apresentam conhecimentos científicos totalmente desvinculados da realidade local e do cotidiano dos alunos, ou seja, da comunidade a qual estes pertencem (WEISSMANN, 1998). Um maior envolvimento dos estudantes com as questões relacionadas ao ambiente possibilitaria um entendimento mais concreto dessas problemáticas, permitindo-os interagir com o meio com maior responsabilidade. A

preocupação com o ensino de questões ambientais foi retratada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM):

[...] assuntos associados a esse tema favorecem o desenvolvimento das competências de julgar e elaborar ações de intervenção no ambiente, construir argumentações consistentes para se posicionar relativamente às questões ambientais, formular diagnósticos e propor soluções para os problemas ambientais com base nos conhecimentos científicos e avaliar a extensão dos problemas ambientais brasileiros (BRASIL, 1998, p. 42).

Desse modo, o ensino e aprendizagem de conceitos científicos que ancorem o entendimento a respeito da problemática ambiental tornam-se interessantes, pois a tomada de atitudes dos cidadãos poderia se basear em concepções científicas e não em “achismos” e mera repetição de ações. Introduz-se neste contexto, o conceito de sucessão ecológica que de uma forma geral, trata das mudanças ocorridas em uma comunidade ao longo do tempo (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). De acordo com Ibarra Murillo e Gil Quílez (2009) para compreendê-lo faz-se necessária a compreensão de outros conceitos tais como, o de população, de ecossistemas, de relações entre os seres vivos e o hábitat. Cabe ressaltar que o entendimento desse processo justifica-se, pois, por meio dele, torna-se possível compreender a dinâmica vegetacional, essencial, dentre outras coisas, para a prática da restauração de áreas degradadas, para se avaliar a capacidade de resiliência dos ambientes naturais e a conservação de ecossistemas (DAJOZ, 2005). Diante de sua compreensão, os alunos poderão refletir a respeito de soluções para alguns problemas ambientais, como, por exemplo, a erosão (IBARRA MURILLO; GIL QUÍLEZ, 2009).

No âmbito escolar brasileiro, o principal ou único material utilizado pelos professores como ferramentas de pesquisas de conteúdos trata-se do livro didático (KAWASAKI, EL-HANI, 2002; PINHEIRO DA SILVA; CAVASSAN, 2005). Nunes e Cavassan (2011) ao analisarem o conceito de sucessão ecológica em livros didáticos recentes e utilizados na década de 1970 no Brasil, relataram que esse conceito foi transposto, na maioria das vezes, de forma simplista, linear e desconectada de suas influências históricas, sendo que a visão de um único pesquisador tem sido apresentada. Essas distorções e reducionismos poderiam levar os alunos a pensarem, por exemplo, que o processo sucessionar ocorreria seguindo-se uma ordem determinada de fases, fato que não é corroborado com o que acontece nas comunidades ecológicas, pois, esse processo pode ser influenciado por diversos fatores, como tempo, espaço, dispersadores

de propágulos, incidência de fogo ou enchente. Assim, existiriam infinitas possibilidades para a dinâmica do fenômeno.

A importância do ensino desse conceito também foi preocupação dos PCNEM:

O estudo da sucessão ecológica permite compreender a dimensão espaço-temporal do estabelecimento de ecossistemas, relacionar diversidade e estabilidade de ecossistemas, relacionar essa estabilidade a equilíbrio dinâmico, fornecendo elementos para avaliar as possibilidades de absorção de impactos pela natureza (BRASIL, 1998, p. 17).

Dessa forma, diante da importância de se compreender o conceito de sucessão ecológica e perante o fato já mencionado de se encontrarem indicações na literatura de que os livros didáticos são recursos didáticos muito utilizados na escola, neste trabalho analisaremos como os alunos ingressantes em um curso de licenciatura em Ciências Biológicas explicitam esse conceito, investigando também como esse conceito é apresentado em livros didáticos e apostilas brasileiras no período no qual os respondentes cursaram o Ensino Médio, a fim de compreendermos as influências dos manuais didáticos em relação às concepções desses graduandos. Analisaremos também como este conceito está sendo construído ao longo da história.

Por meio das concepções expostas pelos respondentes, visa-se delinear um perfil que poderá auxiliar seus vindouros professores de Ecologia, a saber, quais são as concepções prévias desses estudantes, fomentando então, estratégias didáticas que proporcionem um melhor entendimento sobre o tema.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original.”

Albert Einstein (1879- 1955)

Objetivos

Objetivo geral

Analisar como os alunos ingressantes em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas compreendem o conceito de sucessão ecológica, visando obter um indicador que auxilie na definição de estratégias que levem em consideração suas concepções alternativas, propiciando um processo de ensino e aprendizagem mais significativo.

Objetivos específicos

- Examinar a maneira que se apresenta o conceito de sucessão ecológica em livros didáticos e apostilas utilizadas por alunos do Ensino Médio, além de analisar textos históricos sobre o conceito.
- Elaborar um diagrama semiótico sobre o conceito de sucessão ecológica que agregue os diferentes tipos de processos sucessionais que ocorrem em comunidades ecológicas.
- Identificar por meio do diagrama semiótico elaborado, em que nível conceitual estão as representações esquemáticas de sucessão ecológica apresentada pelos respondentes.
- Investigar a existência de relações entre a construção histórica do conceito de sucessão ecológica, a sua transposição didática para os manuais didáticos e a concepção de alunos ingressantes em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas sobre esse conceito.

“Há quem passe pelo bosque e só veja lenha para a fogueira.”

Leon Tolstoi (1828- 1910)

1.O ensino de Ecologia e a sucessão ecológica

1.1 A transposição de conhecimentos e o livro didático

O livro didático constitui-se um dos principais e, até mesmo, único material didático utilizado por alguns professores como fonte de conhecimentos e apoio didático no Brasil (KAWASAKI, EL-HANI, 2002; VASCONCELOS, SOUTO, 2003; PINHEIRO DA SILVA, CAVASSAN, 2005; SANTOS et al., 2007).

Megid Neto e Fracalanza (2003) fizeram um levantamento, entre 180 professores de ciências da rede pública de ensino, sobre a utilidade do livro didático no cotidiano escolar. As respostas foram divididas em três grupos:

Num primeiro grupo, os professores indicam uso simultâneo de várias coleções didáticas, de editoras ou autores distintos, para elaborar o planejamento anual de suas aulas e para a preparação das mesmas ao longo do período letivo. Num segundo grupo, comentam que o livro didático é utilizado como apoio às atividades de ensino-aprendizagem, seja no magistério em sala de aula, seja em atividades extra-escolares, visando especialmente a leitura de textos, a realização de exercícios e de outras atividades ou, ainda, como fonte de imagens para os estudos escolares, aproveitando fotos, desenhos, mapas e gráficos existentes nos livros. Por fim, num terceiro grupo, os professores salientam que o livro didático é utilizado como fonte bibliográfica, tanto para complementar seus próprios conhecimentos, quanto para a aprendizagem dos alunos, em especial na realização das chamadas “pesquisas” bibliográficas escolares (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003, p. 148).

Baseando-se no excerto, fica claro o nível de importância desse material na educação básica, portanto, investimentos em sua qualidade tornam-se necessários (PINHEIRO da SILVA; CAVASSAN, 2005). Inserem-se então, nesse cenário, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Segundo o portal do Ministério da Educação (MEC), esses programas possuem o objetivo de distribuir livros didáticos para os alunos do ensino público de todo o Brasil. Em se tratando dos livros de Biologia, materiais analisados neste trabalho, esses têm passado, desde 2006, por um processo de avaliação de qualidade realizado pelo MEC (BRASIL, 2006). Após a avaliação, uma lista dos livros bem avaliados é disponibilizada aos professores, para que esses possam escolhê-los.

Quando se discute sobre a qualidade e as funções do livro didático, deve-se levar em conta as particularidades de cada disciplina escolar. Vasconcelos e Souto (2003) afirmaram que os livros didáticos de ciências possuem várias funções, como o estímulo a análise de fenômenos e a formulação de conclusões, além de auxiliarem na formação de cidadãos. Assim, devem promover reflexões sobre a realidade, além de “estimularem

a capacidade investigativa do aluno para que ele assuma a condição de agente na construção do seu conhecimento” (VASCONCELOS; SOUTO, 2003, p. 94). Já, sobre a qualidade das obras didáticas de ciências, Megid Neto e Fracalanza (2003) argumentaram que os elementos que procedem das bases conceituais, não passaram por mudanças significativas. Entretanto, essas mudanças seriam importantes, pois, esses elementos, “determinam as peculiaridades do ensino no campo das Ciências Naturais” (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003, p. 150).

Ainda, discutindo-se sobre as peculiaridades dos livros de cada disciplina, pode-se conjecturar que a maneira pela qual cada corpo de conhecimento foi constituído, resulta em formas distintas de se enxergar os fenômenos da natureza. Assim, a didática, os objetivos de cada disciplina e a maneira pelas quais os conhecimentos de cada área são transpostos, variam. Especificamente, verifica-se que a transposição das ciências para os livros didáticos é realizada mediante modelos inconsistentes e com vocabulário reducionista, resultando em uma adesão inconsistente à teoria (BELLINI, 2006). Desse modo, muitas vezes encontramos os conceitos científicos apresentados nos livros didáticos de forma que não contemplem a diversidade de relações existentes entre os conceitos.

Além da utilização do livro didático na educação básica, a partir da década de 1970, no Brasil, houve a inserção da apostila didática pelos sistemas particulares de ensino. De acordo com Santos e colaboradores (2007), isso ocorreu em decorrência do aumento do público que buscava uma vaga em um curso de ensino superior público e gratuito. Desse modo, a fim de que esse ingresso nas universidades fosse um processo o mais igualitário possível, implantou-se o vestibular classificatório para os candidatos, abrindo, dessa maneira, um novo nicho educacional, as escolas privadas. Essas escolas prometiam um ensino de melhor qualidade que o oferecido pelo governo e caracterizaram “o Ensino Médio como uma etapa preparatória para tornar o aluno apto para competir por uma vaga no concurso vestibular” (SANTOS et al., 2007, p. 313). Diante desse contexto utilitarista dado ao Ensino Médio, a introdução das apostilas didáticas foi importante, pois era um material mais objetivo, cujas informações eram resumidas e formatadas ao modelo do vestibular (SANTOS et al., 2007).

Dessa forma, atualmente, esses dois materiais didáticos, sejam eles o livro e a apostila, constituem-se como importantes construtores de conhecimentos no Ensino Médio, oferecendo explicações por meio de conceitos científicos em detrimento de

concepções alternativas sobre os diversos fenômenos naturais. Mas como se denomina e explica a transposição do vasto conhecimento científico acumulado há anos pela humanidade em resumidos livros e apostilas para a educação básica? Esse processo foi denominado de “transposição didática” e foi proposto em 1975, pelo sociólogo Michel Verret, que discorreu sobre a questão do tempo no transcorrer das atividades escolares.

Yves Chevallard, baseando-se nos pressupostos de Verret, alicerçou a sua teoria da transposição didática no campo da didática da Matemática, que posteriormente foi expandida para outras Ciências, como a Biologia (CLÉMENT, 2004; CARVALHO, 2009). Verret, para enunciar seu trabalho, destacou enfaticamente o papel do professor no processo de transmissão do saber. Chevallard, por sua vez, enxergou o processo de forma mais ampla, constituído de uma relação triádica entre o saber, o professor e o aluno, não se esquecendo da interação entre esses fatores (LEITE, 2004; VILLAÇA, 2007). O autor explicou que no sistema de ensino *stricto sensu*¹, a tríade saber-professor-aluno encontrar-se-ia imersa na noosfera, caracterizada pelas relações entre a sociedade e o saber. O entorno social seria composto pelas famílias dos estudantes e o poder público. Esse sistema didático foi representado na figura 1:

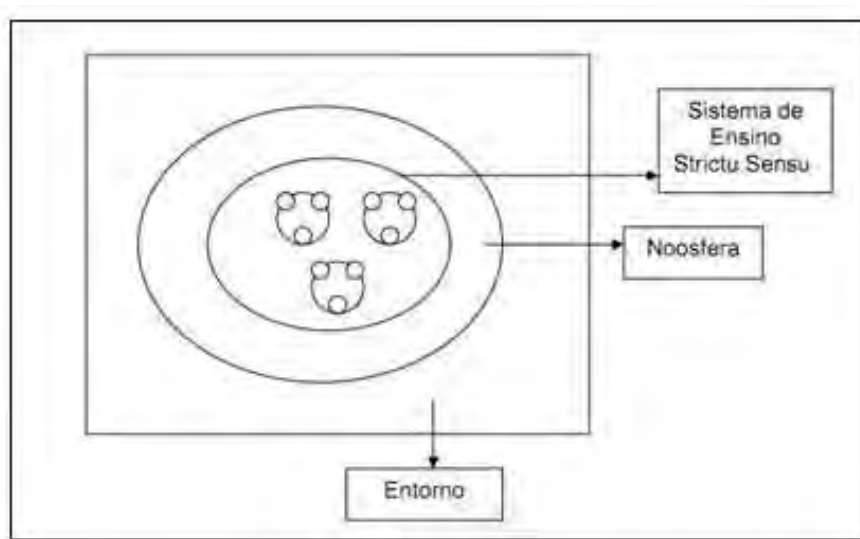


Figura 1: Modelo de sistema didático de ensino proposto por Chevallard (1991, p. 28).

Desse modo, Chevallard (1991, p.16) definiu a transposição didática como “a passagem do saber sábio ao saber ensinado”. Esse processo poderia ser compreendido como um caminho a ser percorrido pelo conhecimento científico produzido na academia

¹ Chevallard (1991) classifica a transposição didática de duas formas: “*stricto sensu*” e “*lato sensu*”.

até a sua “transformação” em conhecimento a ser ensinado na escola, envolvendo duas fases: a transposição didática externa que trata da escolha dos conteúdos que deverão ser ensinados, ou seja, a formação dos currículos, selecionados geralmente por meio das políticas públicas e das necessidades sociais; e a transposição didática interna, que se encarrega dos trabalhos a serem realizados no bojo do sistema de ensino, isto é, no “chão da escola” (CHEVALLARD, 1991). Essas duas fases foram representadas na figura 2:

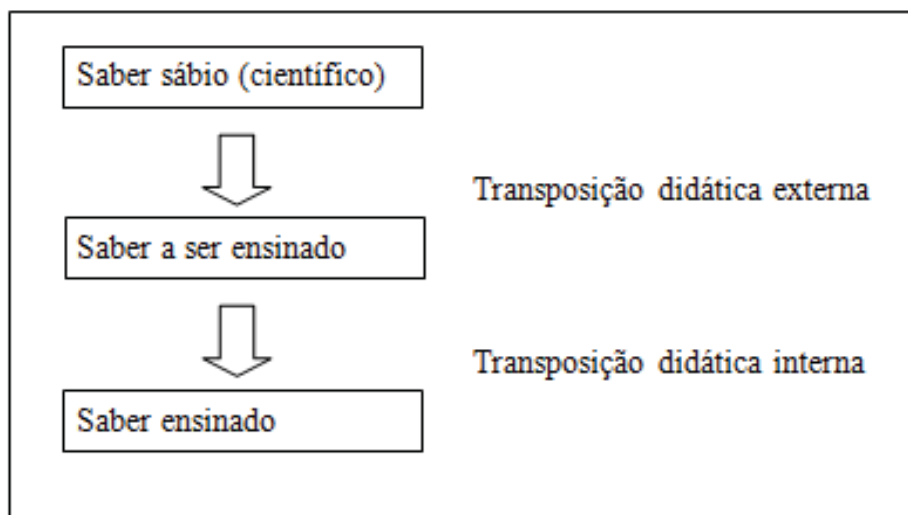


Figura 2: Representação dos tipos de transposição didática proposto por Chevallard.

Assim, fundamentando-se nessa perspectiva, o livro didático constituir-se-ia em um elo entre essas duas fases, pois como integrante da transposição didática externa, atuaria como um dos materiais cujo conteúdo seria obtido por meio da transformação do saber sábio (ou científico) para o saber a ser ensinado, como também auxiliaria na transposição didática interna, pois é utilizado pelos professores em sala de aula (CARNEIRO, 2009).

Em vista do explicitado, nesta pesquisa trabalharemos com a transposição didática externa do conceito de sucessão ecológica, pois se busca investigar as transformações que ocorrem entre o que é discutido na academia e o que é transposto para os manuais didáticos da educação básica. Outro ponto que iremos enfocar neste trabalho, trata-se da “demora” do tempo na transposição didática (Chevallard, 1991). Essa teoria trata do fato de certos conceitos científicos tornarem-se obsoletos ao longo do tempo, isto é, da distância entre o que se aceita na academia e do que é transposto

para os manuais escolares. Assim, será feito um paralelo entre o apresentado nos livros didáticos e a história da construção do conceito de sucessão ecológica.

1.2 História e Filosofia da Biologia

A relevância da inserção da história e filosofia da Biologia no contexto escolar foi tratada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) da seguinte maneira:

Elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados ao seu momento histórico (BRASIL, 1997, p. 14).

Embora seja preocupação dos PCNEM a introdução dessa perspectiva no ensino de Biologia, percebe-se que muitas vezes essa esbarra em estratégias didáticas que dificultam ou desestimulam o aprendizado dos alunos. Aulas descontextualizadas e pautadas em uma ‘enxurrada’ de conceitos sem significado para os educandos podem ocasionar em um distanciamento entre os alunos e o conhecimento escolar. Como apontam Pedrancini e colaboradores (2007):

[...] nem sempre o ensino promovido no ambiente escolar tem permitido que o estudante se aproprie dos conhecimentos científicos de modo a compreendê-los, questioná-los e utilizá-los como instrumento do pensamento que extrapolam situações de ensino e aprendizagem eminentemente escolares (PEDRANCINI et al., 2007).

Assim, nesse contexto pouco motivador, a inserção de estratégias didáticas que modifiquem um pouco esse quadro torna-se interessante. Um exemplo disso trata-se da inclusão de uma perspectiva histórico-filosófica para o ensino de conceitos biológicos. De acordo com Matthews (1995) uma abordagem histórica, filosófica e sociológica no âmbito escolar poderia contribuir para:

[..] humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, desse modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação de professores auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Embora até aqui apenas evidenciássemos sobre a importância da introdução de uma abordagem histórico-filosófica no ensino de Biologia, ressalta-se que essa inclusão pode vir calcada em concepções as quais distorcem ainda mais a visão de ciência apresentada pelos alunos. Bizzo (1992) discorreu que alguns cientistas-historiadores na tentativa de explicar os conteúdos por meio dessa abordagem, expõem os conhecimentos do passado apenas como um meio para que os pesquisadores atuais cheguem à resolução de um problema, em outras palavras, para esses pesquisadores “os cientistas do passado operavam sobre um embrião que o presente transformou em rebento” (BIZZO, 1992, p. 31). Desse modo, faz-se necessária a reflexão a respeito da maneira pela qual se efetuará o ensino de conceitos por meio dessa perspectiva.

Em relação ao conceito de sucessão ecológica, ressalta-se que vários pesquisadores contribuíram e estão contribuindo para a sua construção. No entanto, apenas algumas teorias dominaram o contexto científico, como as teorias de Clements. Assim, a partir do exposto, insere-se a pergunta: em qual intensidade essas teorias dominantes sobre o processo sucessional ainda predominam nos livros didáticos e apostilas? Tentaremos clarificar essa e outras perguntas ao longo do texto.

1.3 O movimento das concepções alternativas

Na década de 1970, iniciaram-se pesquisas acerca das concepções alternativas presentes no ideário dos alunos (BASTOS et al., 2004). Esses estudos demonstraram que os estudantes apresentavam uma variedade de concepções a respeito dos fenômenos naturais, concepções essas, muitas vezes diferentes das explicações oferecidas pelos cientistas. Assim sendo, na década de 1980 ocorreram vários debates para tentar entender como essas concepções poderiam ser eliminadas ou transformadas- era o chamado movimento da mudança conceitual, cujo seu maior defensor foi Posner (BASTOS et al., 2004).

De uma maneira bem geral, para Posner et al. (1982), os estudantes deveriam abandonar suas concepções alternativas, provindas do senso comum, e apreender os conceitos científicos, ou seja, operaria-se praticamente uma mudança paradigmática em suas mentes. Bastos et al. (2004, p. 11) argumentam que as pesquisas sobre concepções alternativas e mudanças conceituais foram influenciadas pelo construtivismo, teoria a qual entende que “os conhecimentos [...] correspondem a construções da mente humana

e não a descrições objetivas da realidade concreta”. Segundo El-Hani e Bizzo (2002), esses movimentos também foram significativamente influenciados pelas ideias de Kuhn, o qual esquematizou uma alternância de períodos entre ciência normal e revoluções científicas².

Assim, de acordo com Posner e colaboradores (1982), toda vez que o aluno depara-se com um fenômeno ou situação nunca vistos antes, ele tenta compreendê-los a partir de conhecimentos já interiorizados. Isto foi chamado de assimilação, em analogia à ciência normal kuhniana. Por outro lado, quando um indivíduo rompe com as suas concepções prévias, instaurando-se aí um novo paradigma, denomina-se então acomodação (EL-HANI; BIZZO, 2002).

O movimento da mudança conceitual foi muito criticado, entre algumas coisas, porque certas pesquisas demonstraram que muitas vezes os indivíduos convivem com duas ou mais explicações sobre um determinado fenômeno (EL-HANI; BIZZO, 2002). A existência concomitante de ideias de raízes até mesmo opostas no imaginário das pessoas ficou conhecida como a teoria de perfil conceitual, a qual foi proposta por Mortimer. Desse modo, em seu artigo *Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?* Mortimer (1995) procura explicar que muitas vezes, os alunos, ao se depararem com fenômenos ou conceitos até então inéditos para eles, podem adquirir concepções novas que irão coexistir com as suas concepções prévias. Mortimer explicou essa coexistência de conceitos com o seguinte exemplo:

[...] na ciência como um todo [...] temos muitos exemplos de aplicações de conceitos já tidos como ultrapassados, mas que são úteis em determinados contextos. Um químico que possua sólida cultura quântica não precisa abandonar totalmente a sua visão daltoniana do átomo, enquanto indestrutível e indivisível. Afinal, os átomos assim permanecem nos processos químicos e para lidar com a estequiometria de equações químicas não é necessário mais do que essa visão simplificada do átomo daltoniano (MORTIMER, 1995, p. 63).

No caso do conceito de sucessão ecológica, verifica-se que os alunos poderiam apresentar diferentes níveis de conhecimento em relação ao fenômeno. Por exemplo, alguns poderiam possuir concepções aproximadas do que é atualmente aceito pela comunidade científica, outros poderiam apresentar concepções distorcidas e outros ainda poderiam apresentar nenhuma concepção acerca do conceito. Assim, a utilização de diferentes exemplos e esquemas ilustrativos no processo de ensino e aprendizagem de conceitos auxiliaria os alunos em seus diferentes níveis de conhecimento a

² Para mais detalhes consulte a obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Thomas Kuhn.

entenderem as redes de interações necessárias para que os fenômenos naturais ocorram. Dessa maneira, se e os alunos não apresentassem concepções prévias e o professor optasse por um ensino por meio de mudança conceitual, isso não faria sentido, pois se não há presença de concepções prévias, não há o que ser modificado.

Assim sendo, ainda que haja várias teorias que tentam explicar a melhor maneira dos alunos adotarem uma visão científica acerca dos fenômenos naturais, optamos aqui pela tese da pluralidade de perspectivas teórico-práticas defendida por Bastos et al. (2004), pois o contexto de ensino e aprendizagem de ciências é muito diversificado, assim, várias teorias podem ser importantes para explicar um mesmo fenômeno educacional.

“A felicidade não se resume na ausência de problemas, mas sim na sua capacidade de lidar com eles.”

Albert Einstein (1879- 1955)

2. Metodologia

2.1 Sujeitos da Pesquisa

O público-alvo escolhido para o desenvolvimento da presente pesquisa foram as duas turmas de alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP- *campus* de Bauru, no ano de 2010.

Deu-se preferência por esse público, porque esses futuros professores de Biologia, ainda no primeiro ano de graduação, carregam muitos dos conceitos aprendidos por eles no Ensino Médio e cursinhos preparatórios para vestibulares e ainda não sofreram nenhuma intervenção sobre o assunto no nível superior, como se pode verificar em suas grades curriculares (ANEXOS I e II). Dessa maneira, o questionário e a entrevista não-estruturada respondidos por eles constituir-se-iam um elo entre o segundo e terceiro graus de ensino. Com isso, não se quer dizer que estamos investigando o Ensino Médio propriamente dito, mas que por meio de alguns dados levantados a respeito desse nível de ensino, poderemos esboçar, de maneira mais completa, como algumas ideias sobre sucessão ecológica foram sendo formadas no imaginário dos respondentes. Justifica-se a escolha desses sujeitos, pois as respostas dadas por eles poderão subsidiar a maneira pela qual, seus futuros professores de Ecologia, prepararão suas aulas sobre esse tema. Assim, a análise desses materiais (questionários e entrevistas) auxiliou nosso entendimento sobre a problemática ensino e aprendizagem desse conceito.

Cabe ressaltar que os procedimentos empregados nesta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (ANEXO III).

2.2 Pesquisa Qualitativa

A presente pesquisa apresenta caráter qualitativo, o qual foi caracterizado por Bogdan e Biklen (1994, pp. 47-50), em cinco pontos básicos:

1. Na investigação qualitativa a fonte directa de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal. /2. A investigação qualitativa é descritiva. /3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos. /4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar seus dados de forma indutiva. /5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

Lüdke e André (1988, p.1), disseram que para se efetuar uma pesquisa seria “preciso promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico acumulado a respeito dele.”

Diante do exposto, esclarecemos que os dados foram coletados em diversas fontes, como nos textos históricos que versam sobre o conceito estudado, nos livros didáticos, nas apostilas de cursos preparatórios para vestibulares, nas respostas aos questionários e nas informações colhidas durante as entrevistas. Ressalta-se que tanto os questionários -excetuando a questão 3, a qual foi analisada por meio do referencial semiótico- quanto as entrevistas foram analisados por meio do método da análise de conteúdos. Os demais materiais, isto é, os textos históricos, os livros didáticos e as apostilas, foram analisados a partir do método de análise documental.

2.3 Análise dos textos históricos e materiais didáticos

Realizou-se uma análise documental nos textos históricos sobre sucessão ecológica, resultando no tópico *Reconstrução histórica do conceito de sucessão ecológica*. Isso foi feito com o intuito de que pudéssemos entender esse conceito em sua maior amplitude, além de subsidiar em nossa análise aos livros didáticos e apostilas.

De acordo Gil Flores (1994), a análise documental seria constituída por um conjunto de transformações e observações que visariam à atribuição de um significado a um problema de pesquisa. Ainda, segundo Lüdke e André, a análise documental poderia complementar as informações obtidas por outras técnicas, “desvelando aspectos novos de um tema ou problema” (LÜDKE; ANDRÉ, 1988, p. 38).

Após essa fase, iniciou-se o processo de análise do conceito de sucessão ecológica presente nos livros didáticos e nas apostilas dos cursos pré-vestibulares. Para tal, tratou-se os dados de acordo com o método de análise de conteúdos de Bardin (1977) que seria:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção [...] destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

Essa análise costuma ser feita por meio da criação de categorias temáticas, sendo que essas emergiriam do próprio texto, identificando as semelhanças entre os elementos a serem agrupados (BARDIN, 1977). Desse modo, após uma pré-análise dos textos,

foram criadas algumas categorias de análise que acreditamos serem fundamentais para o entendimento do conceito estudado, tais como: a definição do conceito de comunidade clímax (visto que esse conceito aparece em todos os livros analisados), a participação de animais e microorganismos no processo, a ação antrópica, os fatores tempo e espaço, bem como a presença ou ausência da reconstrução histórica do conceito. Além da análise empregada ao texto, debruçamo-nos também em analisar as figuras e os esquemas, presentes nesses materiais, pois esses desempenham um papel interessante na construção de saberes dos alunos. De acordo com Freitas e Bruzzo (1999), as imagens tendem a permanecer na memória dos alunos e, por meio dessas, eles tentariam reconstituir o conhecimento original.

2.4 Análise dos questionários e entrevistas

O questionário (APÊNDICE I) constituiu-se primeiramente de perguntas de cunho pessoal, importantes para o desenvolvimento da pesquisa. Os alunos foram inquiridos quanto à idade, gênero, o tipo de escola de procedência (pública ou privada) e se fizeram curso preparatório para vestibulares. Essas questões foram feitas com a intenção de analisarmos livros didáticos e apostilas, confeccionados aproximadamente no período em que os respondentes estavam no Ensino Médio.

A segunda parte do questionário referiu-se a indagações sobre o conceito de sucessão ecológica. Os tópicos abordados no questionário foram os seguintes: conceito, as variáveis tempo e espaço, equilíbrio da comunidade (clímax), além das hipóteses determinística e probabilística, representadas pelos estudos de Clements e Gleason, respectivamente.

Baptista e Campos (2007) relataram que na construção de questionários, deve-se dar importância à clareza das questões, para que não fiquem dúvidas no questionado. Além disso, a construção demandaria cuidado para com a elaboração das questões, levando-se em conta “os tipos, a ordem, os grupos de perguntas, a formulação das mesmas” (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 185).

Após a análise dos questionários, foram aplicadas entrevistas não-estruturadas (APÊNDICE II) a alguns dos respondentes, sendo que o número de alunos entrevistados dependeu exclusivamente do número de respondentes que decidiram participar dessa fase da pesquisa. Segundo Marconi e Lakatos (2010, p. 178), a entrevista constitui-se no

“encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional”. Também, de acordo com Bogdan e Biklen (1994, p. 134):

[...] a entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo.

Mais especificamente, no tipo de entrevista utilizada nesta pesquisa, isto é, a entrevista não-estruturada, haveria uma liberdade maior do pesquisador em relação a suas questões, do que em relação às estruturadas, ou seja, um roteiro com tópicos importantes para a pesquisa é elaborado e o entrevistador, pode esmiuçar melhor o que foi dito pelo entrevistado, fazendo questionamentos a respeito da resposta. Marconi e Lakatos (2010) explicaram o seguinte:

O entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. É a forma de poder explorar mais amplamente uma questão. Em geral, as perguntas são abertas e podem ser respondidas dentro de uma conversação informal (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 180).

Durante a entrevista, foram utilizadas algumas imagens para analisarmos melhor as concepções desses graduandos. Assim, de maneira geral, procedemos com a análise dos dados recolhidos tanto nos questionários, quanto nas entrevistas. Algumas questões do questionário foram analisadas por meio de categorias de codificação. Bogdan e Biklen (1994) explicaram a respeito do desenvolvimento de um sistema de codificação:

[...] percorre os seus dados na procura de regularidades e padrões bem como de tópicos presentes nos dados e, em seguida, escreve palavras e frases que representam estes mesmos tópicos e padrões. Estas palavras ou frases são as categorias de codificação. As categorias constituem um meio de classificar os dados descritivos que recolheu, de forma a que o material contido num determinado tópico possa ser fisicamente apartado dos outros dados (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 221).

As respostas dadas para a questão 3 do questionário não foram analisadas mediante categorias de codificação, mas por meio de um diagrama semiótico sobre o fenômeno de sucessão ecológica. Optou-se por esse método, devido à potencialidade apresentada na utilização da semiótica em pesquisas educacionais, como as de Caldeira (2005), Trevisan (2008) e Brando (2010). A partir da semiótica podemos organizar e esclarecer nossas ideias, buscando entender inclusive, como se estruturam os conceitos científicos em seus processos de ensino e aprendizagem.

“O conhecimento é o processo de acumular dados; a sabedoria reside na sua simplificação.”

Martin H. Fischer (1879–1962)

3. Resultados e Discussão

3.1 Reconstrução histórica do conceito de sucessão ecológica

Sucessão ecológica, um dos mais antigos processos estudados em Ecologia (JOHNSON, 1977), trata-se de um importante fenômeno para o entendimento da dinâmica dos ecossistemas (DAJOZ, 2005). Verifica-se que a maneira pela qual os pesquisadores entendiam e conceituavam esse processo, tem se modificado ao longo do tempo. No início de suas pesquisas, foi objeto de estudos, principalmente de botânicos e ecólogos vegetais (MCINTOSH, 1999). Assim, suas primeiras descrições foram sobre as transformações ocorridas nas associações³ de organismos em dunas de areia, pradarias, florestas e costões rochosos (ODUM, 1969). Nesses ambientes, os estudos centravam-se, sobretudo nos aspectos mais diretos da sucessão de espécies. Posteriormente a abordagem dos trabalhos estendeu-se para outras mudanças observadas na comunidade, como biomassa, produtividade, diversidade e amplitude do nicho (ODUM, 1969; CONNELL, SLATYER, 1977).

Não há um consenso sobre quando haveria ocorrido a primeira menção ao termo, em um sentido ecológico. Dessa forma, de acordo com Clements (1916) o processo sucessional com vegetais já havia sido observado no século XVII. Ao fazer um histórico sobre as pesquisas com esse tema, Clements afirmou que em 1685, King (1685 apud CLEMENTS, 1916) havia realizado um trabalho a respeito da sucessão vegetal nos pântanos e turfeiras da Irlanda. Entretanto, segundo o próprio Clements (1916) só em 1885, com os trabalhos de Hult, o fenômeno sucessional passou a ser reconhecido como importante para o desenvolvimento da vegetação e ser objeto de mais pesquisas. Dajoz (2005), por sua vez, afirmou que o termo sucessão, só foi utilizado em 1825 por Dureau de la Malle⁴. Existem também hipóteses de que o primeiro trabalho realizado sobre o assunto teria sido feito por Henry David Thoreau, em 1860 (MCINTOSH, 1999). Nessa pesquisa, Thoreau (1860) dissertou a respeito da sucessão de árvores de uma floresta, mas tratou o assunto essencialmente em uma vertente agrícola, isto é, abordou o tema explicando-o como se fosse uma rotação de culturas.

³ Em muitos trabalhos, como os de Cowles (1899), Clements (1916) e Gleason (1926), percebe-se a presença do termo associação. Neste trabalho, utilizou-se o termo comunidade em sinonímia a associação.

⁴ Adolphe Jules César Auguste Dureau de la Malle (1777- 1857) foi um geógrafo, naturalista e historiador, que se dedicou também a estudar o processo de sucessão ecológica. Esse fenômeno foi discutido na obra: *Mémoire sur l'alternance ou sur ce problème: la succession alternative dans la reproduction des espèces végétales vivant en société, est-elle une loi générale de la nature. Annales des sciences naturelles*, v. 15, p. 353-381, 1825.

Apesar da importância desses trabalhos, foi apenas no final do século XIX, mais precisamente no ano de 1899, que os trabalhos sobre sucessão passaram a ter maior influência sobre os pesquisadores da área de Ecologia.

Assim, em 1899, o botânico e ecólogo Henry Chandler Cowles, descreveu com profundidade a sucessão de vegetais nas dunas de areia do Lago Michigan, Estados Unidos, em um trabalho intitulado *The Ecological Relations of the Vegetation on the Sand Dunes of Lake Michigan*. Cowles realizou uma pesquisa que enfocava tanto as associações de plantas, quanto a parte geológica da área (KINGSLAND, 1991). O estudo das dunas tornou-se interessante para ele, pois se trata de um ambiente em constante modificação, assim, os princípios ecológicos poderiam ser testados com rigidez (COWLES, 1899). Em relação à distribuição das plantas nas dunas, Cowles (1899) afirmou que essa era direcionada por fatores físicos e bióticos. Tratando-se dos fatores bióticos, relatou que os animais (não-humanos) pareciam exercer certa influência naquele ambiente, visto que, a dispersão zoocórica nas dunas, era semelhante à relatada por pesquisadores de outros tipos de ambientes. Falando-se agora sobre a influência dos seres humanos nas associações das dunas, Cowles defendeu que era branda, localizada apenas perto das cidades. Vale ressaltar que, por volta de 1900, época na qual o artigo de Cowles foi publicado, a população estadunidense contava com aproximadamente 75 milhões de habitantes, uma realidade bem diferente da atual.

Apesar da inegável importância dos trabalhos de Cowles, a sua contribuição para o estudo do fenômeno sucessional foi ofuscada “pela teoria um tanto dogmática de seu contemporâneo, Frederic Clements” (MCINTOSH, 1999, p. 257).

Frederic Edward Clements no início de seu livro *Plant Succession- An analysis of the development of vegetation*, publicado em 1916, definiu o processo sucessional como “uma série de invasões, uma sequência de comunidades vegetais marcada pela mudança desde as menores até as maiores formas de vida” (CLEMENTS, 1916, p. 6). Para ele, a sucessão ecológica basear-se-ia na interação entre três fatores principais, o hábitat, as formas de vida e as espécies. Além disso, comparou o desenvolvimento de uma formação vegetal à história de vida de uma única planta. Desse modo, discorreu que “como um organismo a formação surge, cresce, amadurece e morre” (CLEMENTS, 1916, p. 3), surgindo então, a famosa analogia entre comunidade e organismo, conhecida como teoria do superorganismo.

Além dessas definições, Clements (1916) classificou a sucessão em primária e secundária. As sucessões primárias aconteceriam em rochas nuas e dunas, ou seja, ambientes onde inexisteriam propágulos germinativos. Já as secundárias, seriam localizadas em áreas incendiadas, campos agrícolas abandonados, isto é, ambientes detentores de propágulos, inclusive representantes de várias fases sucessionais.

Discutindo-se esse tópico, ressalta-se a importância de um evento ocorrido na Indonésia, como um dos exemplos mais abordados sobre sucessão primária. Trata-se de um episódio de erupção vulcânica ocorrida na ilha de Krakatau. Whittaker, Bush e Richards descreveram em 1989 esse famoso exemplo de colonização de espécies em uma rocha nua, formada pelo escoamento de lava vulcânica. Eles elaboraram um histórico da área desde a grande erupção vulcânica em 1883 até a descrição do trabalho de campo em 1984. Verifica-se a relevância desse arquétipo no contexto da educação básica, pois, trata-se de um modelo muito encontrado nos livros didáticos e apostilas, inclusive nos materiais analisados neste trabalho.

Retornando aos trabalhos de Clements, observa-se que, apesar de suas teorias serem um tanto dogmáticas, como revelou McIntosh (1999), alguns pontos dela parecem ter sido um pouco distorcidos. Diferentemente do apontado por alguns autores como Odum (1969) que ressaltou que Clements relatara que a comunidade clímax seria caracterizada por um equilíbrio estável, após consulta direta ao seu trabalho, verifica-se que esse autor considera que, por mais estável que seja uma associação, ela “nunca estará em completo equilíbrio” (CLEMENTS, 1916, p. 3). Acrescenta-se que em Clements (1916) as fases da sucessão poderiam mudar de direção, como foi explicitado no excerto que se segue:

Seres originam-se apenas em áreas nuas ou naquelas em que a população original foi destruída. Elas poderão continuar, **com ou sem mudança de direção**, por modificação menos crítica do hábitat ou a invasão de espécies exóticas (CLEMENTS, 1916, p. 33, grifo nosso).

Ressalta-se que no trecho anterior, a mudança das seres foram entendidas como o desenvolvimento da formação, desde as plantas pioneiras até as climácicas.

Apesar do fato anteriormente exposto, traços de determinismo foram verificados quando Clements dissertou sobre as causas da sucessão. Para ele (1916), o clima era o principal fator que direcionava o desenvolvimento sucessional em um hábitat. Logo, o clímax climático seria o responsável por “determinar a população do começo ao fim, a direção do desenvolvimento, o número e o tipo de fases, as reações dos estágios

sucessivos, etc.” (CLEMENTS, 1916, p. 5). Assim, Clements (1936) afirmou sobre o clímax climático:

Embora seja plenamente reconhecido que a sucessão pode ser interrompida em praticamente qualquer estágio, tais comunidades são invariavelmente subordinadas ao clímax verdadeiro como determinado pelo clima apenas (CLEMENTS, 1936, p. 261).

Essa teoria acerca do clímax, acrescentando-se algumas explicações, passou a ser conhecida como teoria do monoclímax (CLEMENTS, 1916; 1936). Ela previa que cada região climática determinava um tipo de comunidade clímax.

Após a leitura dos trabalhos de Clements, autores como Henry Allan Gleason (1917; 1926) e Arthur George Tansley (1935) passaram a discordar de algumas de suas teorias. Dessa maneira, a seguir faremos primeiramente um breve comentário sobre as ideias de Gleason sobre o fenômeno e as suas críticas e após, falaremos de Tansley.

De acordo com Gleason (1927), a sucessão ecológica tratar-se-ia de um fenômeno que demandaria certo tempo para ser reconhecido, afirmando que alguns exemplos seriam de difícil observação e exigiriam relatos históricos de vários pesquisadores durante vários anos. No entanto, Gleason (1917) também afirmou que a existência desse processo seria inegável, pois qualquer ecólogo que tenha trabalhado por menos de uma década em campo, perceberia sua existência em fatos, como a rápida mudança na vegetação após a queima de uma floresta, exemplo muitas vezes presenciado.

Qualquer alteração na associação, por qualquer causa que seja, seja na composição de espécies ou no número relativo de indivíduos, marca um passo no desenvolvimento da vegetação. Se essa mudança acaba se tornando tão grande que envolve a re-colocação da associação original por uma diferente, o processo é conhecido como sucessão (GLEASON, 1917, p. 474).

Tratando-se das críticas feitas a alguns trabalhos de Clements, nos artigos *The Structure and Development of the Plant Association* (1917) e *The Individualistic Concept of the Plant Association* (1926), Gleason, entre outras coisas, analisou a analogia entre o desenvolvimento de associações vegetais e o ciclo de vida dos organismos, defendendo o conceito individualista das associações, além de lançar suas bases para explicar o processo sucessional.

Para Gleason (1917), a teoria do superorganismo não era plausível, pois, comparar uma comunidade a um organismo não corresponderia à realidade do fenômeno natural. Poderia ser compreensível falar que uma associação nasce, desenvolve-se e morre, mas traçar um elo entre isso e o ciclo de vida de um indivíduo

seria complicado. Gleason propôs assim, o conceito individualista, sugerindo que as características da comunidade são influenciadas por cada indivíduo e pela distribuição ao acaso de propágulos vegetativos por meio da dispersão. De acordo com Pelicice (2010), é comum o entendimento distorcido desse conceito, pois, para entendê-lo, deve-se ter em mente as características intrínsecas de cada indivíduo e não da população ou espécie. A variabilidade genética, fisiológica e comportamental de cada indivíduo são particularidades que fazem com que as associações vegetais sejam sempre diferentes (PELICICE, 2010).

Sobre essas diferenças entre as associações, Gleason (1926, p. 19) explicou que a “heterogeneidade na estrutura de uma associação pode ser explicada pelos acidentes de dispersão de sementes e pela falta de tempo para o estabelecimento completo.” Desse modo, seria muito difícil prever como se desenvolverá o processo sucessional de uma dada área, pois, sementes de diversos ambientes poderiam colonizar o local. Entretanto, ressaltou ser provável que uma associação tenha características bem similares às áreas adjacentes, pela própria facilidade de dispersão das sementes. Portanto, a distribuição das plantas no espaço seria dependente das características de dispersão de cada espécie e dos requisitos ambientais. Partindo-se dessas especificidades, a previsão da estrutura de associações futuras, entendendo-se aqui a sequência sucessional, tornar-se-ia complicada, inserindo-se aí, a noção de mobilidade:

A ideia de que a sucessão é um fenômeno extraordinariamente móvel, cujos processos não devem ser declarados como leis fixas, mas apenas como princípios gerais de natureza extremamente ampla, e cujos resultados não precisam e muitas vezes não acontecem de qualquer maneira definitivamente previsível (GLEASON, 1927, p.299).

Assim, a dita vegetação clímax representaria uma fase em que as efetivas mudanças cessaram, embora seja possível a retomada de modificações, iniciando-se, desse modo, uma nova série de sucessões (GLEASON, 1926). Para que ocorra sucessão, necessita-se de mudanças. Mas qual seriam as causas dessas mudanças?

Para Gleason (1927) as causas das mudanças seriam as reações da vegetação, processos fisiográficos, mudanças climáticas e geológicas, migração e evolução. Dessa maneira, a previsão da composição de uma comunidade futura, como relatado anteriormente, tornar-se-ia muito difícil, pois ter em mente todas as causas que influenciam as mudanças seria tarefa quase impossível. Concluindo, Gleason, prestou serviços muito importantes para o estudo do fenômeno sucessional, no entanto, talvez, devido ao fato de que suas teorias, segundo Pelicice (2010) não permitirem explicar

com facilidade os padrões observados e a previsão do futuro das comunidades, seus trabalhos foram esquecidos por muito tempo.

Como relatado *a priori*, outro ecólogo que criticou parte do trabalho de Clements foi Tansley. Em seu artigo *The use and abuse of vegetational concept and terms*, publicado em 1935, defendeu que o conceito de sucessão, visto até a época, como uma mudança, não deveria ser encarado como apenas isso, deveria ser pensado como uma sequência de fases sujeitas a leis determináveis, senão, como o próprio Tansley advertia, deveria se chamar mudança (*change*) e não sucessão (*succession*). De acordo com Tansley (1935, p. 284) a “sucessão é contínua, mas pode ser interrompida por catástrofes alheias ao processo sucessional”.

Tansley discordava também da visão apresentada por Clements (1916) e Phillips (1934; 1935) de que o desenvolvimento da comunidade de plantas assemelhava-se ao desenvolvimento de um organismo ou de um organismo complexo, cujas partes se relacionariam e interagiriam mutuamente, influenciando o desenvolvimento dos seres. Para ele, o desenvolvimento de uma comunidade ocorreria de maneira diferente ao desenvolvimento ontogenético dos animais e vegetais, por isso, não considerou a analogia como adequada. Assim, a analogia mais cabível para ele, seria um “quase-organismo”, em respeito às suas semelhanças apresentadas em termos de desenvolvimento. De acordo com Tansley (1920), o desenvolvimento seria sempre progressivo, assim como para Clements, já o processo sucessional poderia ser regressivo.

Tansley (1935) além de discordar da analogia comunidade-organismo, não concordava com a teoria do monoclímax. Desse modo, contestando a última, publicou a teoria do policlímax.

Além desses aportes à Ecologia, Tansley (1920) contribuiu com as palavras autogênico e alogênico para o rol de termos utilizados para a explicação do processo sucessional, explicando que, se as mudanças ocorridas na comunidade tiverem uma causa interna, seria denominada sucessão autogênica, já se a causa da mudança fosse provinda de uma força externa, como por exemplo, uma tempestade, seria classificada como sucessão alogênica.

Apesar de algumas críticas à teoria de Clements, é importante frisar que essa foi hegemônica por muitos anos (PELICICE, 2010). Assim, muitos autores a defendiam, como foi o caso de John Phillips.

De acordo com Phillips (1934), a sucessão ecológica poderia ser compreendida como uma forma de modificação da vegetação de uma determinada área. Igualmente a Clements, Phillips defendeu que o processo de sucessão ecológica se desenvolveria apenas de forma progressiva. Caso houvesse um retrocesso em suas fases, isso ocorreria devido a fatores externos à comunidade, isto é, a sucessão resultaria apenas de reações bióticas, e o retrocesso só aconteceria por meio de agentes perturbadores, como o fogo ou a erosão. Além disso, Phillips argumentou que sua experiência como pesquisador corroborava a teoria de monoclímax proposta por Clements. Para Phillips (1935) o clima controla o clímax, no entanto, as reações bióticas influenciariam no desenvolvimento. É importante ressaltar que a comunidade clímax foi entendida por Phillips (1935) como um mosaico de tipos vegetacionais, dependentes dos fatores edáficos.

Até agora, este relato histórico tratou essencialmente de ecólogos vegetais e botânicos, assim, as ideias sobre o processo sucessional giraram basicamente em torno de um ponto de vista vegetal. No entanto, acredita-se hoje, que embora as plantas forneçam a base das cadeias alimentares, há casos em que os animais interferem ou até mesmo dominam a estrutura da comunidade. Desse modo, há casos como os dos predadores de sementes que podem desacelerar a sucessão em campos abandonados, ou ainda, dos pastadores que podem modificar a estrutura vegetal da comunidade (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007). Para esses autores (2007), o fato de a sucessão ecológica ser um assunto essencialmente botânico seria facilmente explicado, de acordo com os seguintes argumentos:

As plantas geralmente fornecem a maior parte da biomassa e estrutura física das comunidades, além disso, elas não se escondem ou fogem, facilitando a construção de lista de espécies, [...] e detecção de mudanças (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007, p. 487).

Assim, apresentar visões de zoólogos, a respeito desse processo torna-se fundamental, porque permite um olhar mais holístico sobre o fenômeno. Desse modo, a seguir serão oferecidas algumas ideias de pesquisadores contemporâneos ou não aos anteriores, que possuíam um enfoque zoológico para pensar esse processo.

De acordo com o ecólogo animal Victor Ernest Shelford (1911, p. 27) a sucessão ecológica seria a “sucessão de tipos ecológicos (tipos fisiológicos, modos de vida) ao longo de um determinado ponto ou localidade, devido às mudanças das condições ambientais naquele ponto.”

Mediante o explicitado por Shelford (1911), pode-se compreender que sua concepção sobre sucessão ecológica não se distancia das dos demais pesquisadores. Quando expôs os termos “mudanças das condições ambientais naquele ponto”, poderia estar se referindo tanto a mudanças pronunciáveis no ambiente, tais como, alterações do regime pluviométrico de determinada região, bem como poderia também se referir às pequenas modificações microclimáticas que acontecem, por exemplo, quando uma árvore faz sombra no solo.

Em relação aos estudos que tratavam os animais como indicadores de comunidades climáticas, Shelford e Olson (1935) afirmaram não terem conhecimento de nenhum trabalho que abordava o assunto. Eles consideravam que nos estudos bioecológicos, “plantas e animais estão inseparavelmente unidos na estrutura das comunidades” (SHELFORD; OLSON, 1935, p. 376). Portanto, estudos que enfocavam apenas as plantas, seriam falhos, porque plantas e animais estão conectados nas comunidades, desse modo, as suas interações são necessárias para estruturá-la.

Trabalhos mais recentes como o de Dajoz (2005), também inserem a figura do animal, ao relatar sobre colonizações que levam a “mudanças na fauna e na flora” (DAJOZ, 2005, p. 325). Além disso, Dajoz (2005) discorreu sobre a dispersão zoocórica, ao explicar as estratégias reprodutivas das diferentes espécies. Para ele, as características dos seres vivos que colonizam um ambiente são diferentes, dependendo do tempo de ocorrência do processo. Dessa forma, os colonizadores pioneiros costumam ser oportunistas e apresentam estratégias demográficas “r”, ou seja, investem em um grande número de propágulos pequenos dispersos pelo vento, já os colonizadores dos estágios mais avançados do processo sucessional, apresentam estratégias demográficas do tipo “K”, isto é, investem em poucos e grandes propágulos, dispersados com a ajuda de animais.

Begon, Townsend e Harper (2007) também trataram da importância dos animais na estruturação das comunidades. Para esses autores, os animais geralmente ‘seguem’ as transformações ocorridas nas comunidades de plantas, pela óbvia razão de os vegetais serem a base das teias alimentares. No entanto, para eles, algumas vezes, os animais

dominariam as interações em uma comunidade. Assim, por exemplo, os corais de um recife, dominariam e estruturariam as suas comunidades, por razões semelhantes, das árvores dominarem uma comunidade florestal. Essa semelhança ocorreria, porque em ambos os casos, um dos motivos da dominância relacionar-se-ia ao acúmulo de matéria morta, característica desses organismos. Haveria também o caso, dos pastadores que ‘determinariam’ a frequência e a permanência de certas espécies vegetais, influenciando fortemente os rumos das transformações ocorridas na comunidade.

Retornando-se a discussão sobre as rejeições ou consonâncias em relação às teorias de Clements, insere-se Eugene Odum que elaborou em 1969, um histórico sobre o desenvolvimento do ecossistema. Nesse trabalho, Odum explicou que a sucessão ecológica poderia ser compreendida a partir de três características:

É um processo ordenado de desenvolvimento da comunidade que é razoavelmente direcional e, portanto, previsível. É o resultado de uma modificação do ambiente físico pela comunidade, ou seja, a sucessão é uma comunidade-controlada, embora o ambiente físico determine o padrão, a taxa de mudança, e muitas vezes define limites para o quão longe pode ir o desenvolvimento. Culmina em um ecossistema estabilizado em que a biomassa máxima (ou conteúdo de informação de altura) e função simbiótica entre organismos são mantidos por unidade de fluxo de energia disponível (ODUM, 1969, p. 262).

Do trecho exposto, depreende-se que as concepções de Odum acerca do processo sucessional assemelham-se às de Clements. Segundo Pelicice (2010), Odum em seu livro *Fundamentals of Ecology*, filia-se as ideias de Lindeman⁵ e Clements, quanto ao desenvolvimento da comunidade. A implicação desse fato, ainda de acordo com Pelicice (2010) seria relevante, já que a maioria dos cursos de Biologia adotam esse livro, o que resulta em uma fraca disseminação das teorias de Gleason, pouco difundidas nessa obra.

Ao contrário de Odum, Connell e Slatyer discordaram de alguns aspectos da perspectiva sucessional clementsiana. Desse modo, indo ao encontro das causas expostas por Clements para explicar as sucessões, propuseram três modelos explicativos: facilitação, tolerância e inibição.

O modelo de facilitação propunha que apenas algumas espécies seriam capazes de colonizar um ambiente livre após uma perturbação. Essas espécies pioneiras modificariam esse espaço, capacitando-o a receber novas espécies (com tolerâncias

⁵ Raymond Laurel Lindeman (1915 – 1942) foi um ecólogo. Seus trabalhos aproximaram dois campos da Ecologia: o estudo sobre as sucessões (dinâmica temporal) nas comunidades e o estudo da dinâmica trófica nos ecossistemas.

diferentes em relação às primeiras) após um período de tempo (CONNELL, SLATYER, 1977; PINTO-COELHO, 2000; DAJOZ, 2005). Exemplos de sucessões que contam com esse mecanismo, incluem aqueles nos quais plantas pioneiras capazes de fixar nitrogênio da atmosfera para o solo, modificam suas condições (CONNELL; SLATYER, 1977). Essa mudança auxiliaria na posterior colonização daquele ambiente por vegetais que não conseguiriam sobreviver nas condições iniciais de nutrição daquele local (DAJOZ, 2005). Já o modelo de tolerância previa que as pioneiras não preparariam o terreno para futuros colonizadores. As tardias seriam capazes de sobreviver em qualquer estágio seral (CONNELL, SLATYER, 1977; PINTO-COELHO, 2000). De acordo com Pinto-Coelho (2000), esse mecanismo poderia explicar alguns exemplos de sucessão secundária em campos abandonados e, de acordo com Connell e Slatyer (1977), haveria poucas evidências que sustentariam esse modelo. Por fim, segundo o modelo da inibição, a sucessão ocorreria com a morte das pioneiras, causada por distúrbios locais, e não por competição por recursos (PINTO-COELHO, 2000). O modelo da inibição sugeriu que todas as espécies resistiriam a invasões de competidores (CONNELL, SLATYER, 1977, p. 1140). Esse último modelo seria o mais condizente com os exemplos observáveis, de acordo com Connell e Slatyer (1977) e Dajoz (2005).

Begon, Townsend e Harper (2007), referindo-se aos modelos de colonização, discutiram o processo de sucessão primária das dunas do lago Michigan, mesmo ambiente estudado por Cowles no século XIX. Explicaram que as transformações ocorridas na constituição vegetal dessa comunidade não se explicariam pelo modelo de facilitação proposto por Connell e Slatyer, pois, a partir de experimentos, observou-se que as sementes das plantas de estágios tardios poderiam se desenvolver nos primórdios da colonização. Entretanto, o sucesso dessa colonização seria restrito à predação de sementes pelos roedores, o que inviabilizaria a propagação de espécies tardias nas fases iniciais.

Com o pequeno relato aqui exposto, pretendeu-se verificar a maneira pela qual, o conceito de sucessão ecológica e a sua compreensão modificaram-se ao longo do tempo, subsidiando a análise a ser realizada nos livros didáticos, apostilas, questionários e entrevistas. Infere-se que a história sobre esse conceito é vasta e que há uma infinidade de pesquisadores que contribuíram para a sua formação, não sendo possível discutir todos eles nesta dissertação.

3.2 Digrama Semiótico e o conceito de sucessão ecológica

Os estudos sobre semiótica foram iniciados quase que simultaneamente no início do século XX na Europa Ocidental, na União Soviética e nos Estados Unidos. Nessa pesquisa utilizaremos os estudos norte-americanos, nos quais, destacou-se o cientista Charles Sanders Peirce.

Peirce foi um desses cientistas que se dedicaram ao estudo de muitas áreas das ciências. Realizou trabalhos na Matemática, Lógica, Química, Geologia, Biologia, Filosofia e, em meio a todos esses estudos a semiótica. A filosofia de Peirce se dividiu nos ramos da Fenomenologia, das Ciências Normativas e da Metafísica.

Aqui, será discutida a fenomenologia, a qual objetiva investigar os modos como aprendemos, por exemplo, a imagem de uma paisagem, o cheiro de uma flor, a formação de nuvens no céu, a lembrança de algo vivido, até algo mais complexo como um conceito abstrato (SANTAELLA, 2002).

A fenomenologia ampara-se na experiência, nas diferentes formas de se ver o mundo. Ao longo do tempo, essas experiências se relacionam, montando as categorias do pensar. Assim segundo a fenomenologia, aprendemos por meio da experiência, porém essa experiência não seria baseada apenas no empirismo, ela extrapolaria seus limites. Introduz-se assim o pragmatismo americano⁶, corrente filosófica na qual Peirce insere-se:

O pragmatismo deixa de lado o ceticismo e o racionalismo ao rejeitar qualquer ideia de “verdade” independente da cognição e do conhecimento humanos. O verdadeiro é apenas aquilo que é conhecido, e a verdade absoluta é aquilo que é absolutamente cognoscível. [...] A realidade revelada pela experiência contém muito mais do que apenas o cognoscível. [...] Para haver aumento real do conhecimento humano, é preciso que esse aumento se dê num contexto mais amplo de natureza experienciável cuja existência seja independente do conhecimento humano, mas o transcenda (SHOOK, 2002, p.22).

Assim, a experiência seria entendida da seguinte forma pelos pragmatistas americanos:

- 1- embora a experiência seja o fundamento do conhecimento, a mente transforma a experiência em objeto de conhecimento;
- 2- a transformação da experiência visa apaziguar a dúvida, etapa preparativa de uma ação com vistas a um fim específico;
- 3- como a mente visa a uma crença prática, a transformação que ela faz da experiência é guiada pela atividade experimental;

⁶ Representantes do pragmatismo americano: Charles Sanders Peirce (1839-1914), William James (1842-1910) e John Dewey (1859- 1952) - (SHOOK, 2002).

4- o processo experimental de criar crenças sólidas pode ser logicamente avaliado com base em sua função de nos possibilitar prever confiavelmente e controlar nosso ambiente (SHOOK, 2002, p.12).

Ainda sobre a fenomenologia, Santaella (1983) relatou, reproduzindo o pensamento de Peirce:

A fenomenologia ou doutrina das categorias tem por função desenredar a emaranhada meada daquilo que, em qualquer sentido, aparece, ou seja, fazer a análise de todas as experiências é a primeira tarefa a que a filosofia tem de se submeter. Ela é a mais difícil de suas tarefas, exigindo poderes de pensamento muito peculiares, a habilidade de agarrar nuvens, vastas e intangíveis, organizá-las em disposição ordenada, recolocá-las em processo (SANTAELLA, 1983, p. 7).

Para Peirce, a elaboração de categorias e diagramas tratar-se-ia de um processo muito importante em um trabalho filosófico, pois essas teriam a função de analisar todas as experiências possíveis (SANTAELLA, 1983).

Assim, as categorias universais da experiência seriam três na perspectiva de Peirce: Primeiridade, Secundidade e Terceiridade (Figura 3).

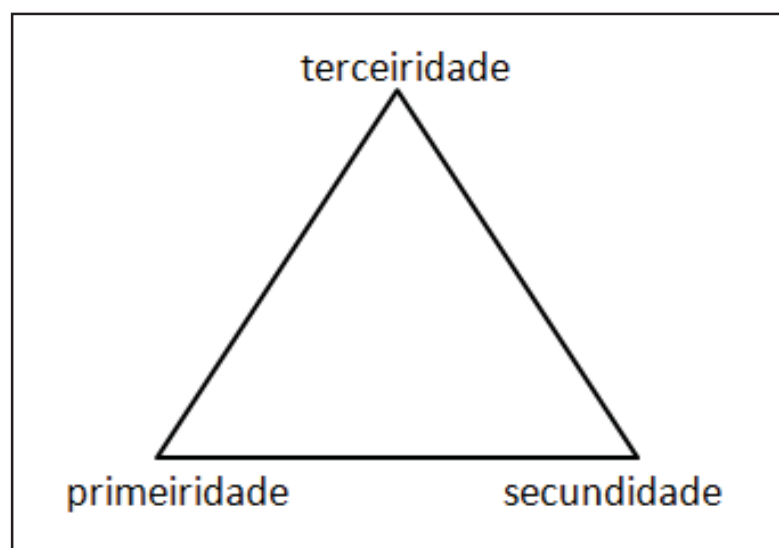


Figura 3: Categorias universais da experiência segundo Peirce.

A categoria primeiridade caracterizar-se-ia pela existência de algo, sem que este se relacione a outro. “Qualidades, expressão de sentimentos, aparências, idéias repentinas, etc., são experiências típicas de primeiridade” (TREVISAN, 2008, p. 33).

Já a categoria secundidade referir-se-ia à ação de um elemento sobre outro, dois elementos postos em uma mesma impressão. Nessa categoria não se enquadrariam racionalizações sobre o fenômeno, pois isto caracterizaria a terceira. Um exemplo

de secundidade seria a ideia imediata de comida após a sensação de fome (TREVISAN, 2008).

A categoria terceiridade relacionar-se-ia sempre:

A uma mediação ou modificação da primeiridade ou/e secundidade. Relaciona-se às ideias de generalidade, permanência, operações mentais mais sofisticadas como os conceitos de verdade, guerra, etc (TREVISAN, 2008, p. 34).

Santaella (1983) afirmou que as categorias de Peirce diziam respeito à maneira como os pensamentos são enformados e entretecidos. Elas exporiam as três modalidades mais gerais e universais, através das quais se operariam a apreensão-tradução dos fenômenos.

São três as faculdades com que devemos munir-nos para esta tarefa. A primeira e principal é a qualidade rara de ver o que está diante dos olhos, como se apresenta, não substituído por alguma interpretação [...] A segunda faculdade com que devemos armar-nos é uma discriminação resoluta que se pendura como um *bulldog* daquela característica que estamos estudando, [...] a terceira faculdade de que necessitamos é o poder generalizador do matemático que gera a fórmula abstrata que compreende a verdadeira essência da característica em estudo, purificada de toda a mistura adventícia (PEIRCE, 1980, p. 16).

Pode-se entender que as categorias classificam e descrevem todos os tipos de signos logicamente possíveis. A semiótica, de um modo bem sucinto, estuda os signos.

Peirce (1995) esclareceu o significado dos signos:

A palavra Signo será usada para denotar um objeto perceptivo, ou apenas imaginável ou mesmo inimaginável num certo sentido – pois a palavra “estrela”, que é um Signo, não é imaginável dado que não é esta palavra em si mesma que pode ser transportada para o papel ou pronunciada, mas apenas um de seus aspectos, e uma vez que a mesma palavra quando escrita e pronunciada, sendo, no entanto uma palavra quando significa ‘astro com luz própria’ e outra totalmente distinta quando significa “artista célebre” e uma terceira “sorte”. [...] Um Signo pode ter mais de um Objeto. Assim a frase “Caim matou Abel”, que é um Signo, refere-se no mínimo tanto a Abel quanto a Caim, mesmo que não se considere, como se devia fazer, que tem “um assassinato” um terceiro Objeto (PEIRCE, 1995, p. 46-47).

Desse modo, o signo ou *Representamen* seria o elemento mais simples da tríade, não sendo composto. Já o objeto do signo, secundidade, é dividido em objeto imediato e objeto dinâmico (SILVEIRA, 2007). O primeiro estaria contido no signo a que ele se refere, e o segundo só seria alcançado por uma experiência que não dependeria daquele signo. Silveira (2007) explicou também, que o interpretante corresponderia a parte mais complexa da tríade. Assim ele seria dividido em interpretante imediato (potência interpretativa do signo), interpretante dinâmico (efeito efetivamente produzido pelo

signo em um intérprete) e o interpretante normal ou final (determina um hábito de conduta).

Neste trabalho analisaremos por meio da relação entre o signo com seu objeto dinâmico, isto é, a tríade ícone-índice-símbolo (Figura 4), as representações esquemáticas do fenômeno de sucessão ecológica elaborados pelos respondentes. Escolhemos esta tríade, pois o material a ser analisado constitui-se de figuras.

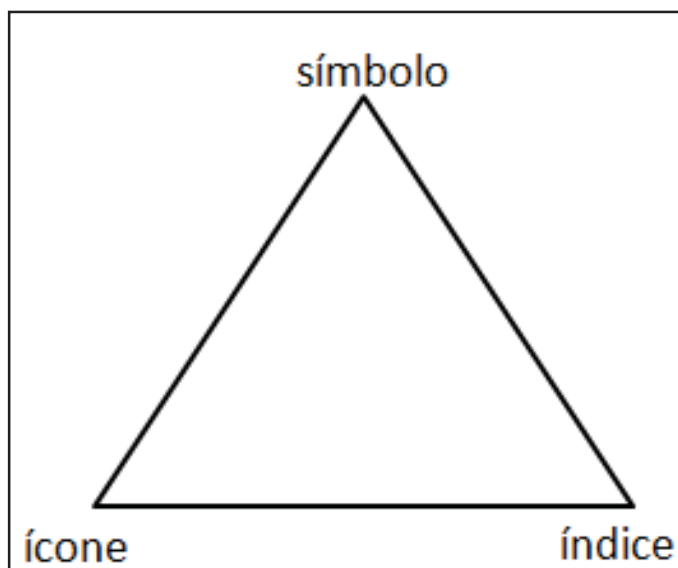


Figura 4: Tríade correspondente a relação entre o signo com seu objeto dinâmico.

Um ícone, como primeiro na tríade, corresponde a uma possibilidade, porque “não se constitui num signo de existência e somente implica, por sua própria forma, a possibilidade de um objeto ao qual ele se compare” (SILVEIRA, 2007, p.74).

Já o índice ou indicador, segundo na tríade, corresponde a um conflito, a uma existência:

O signo, por ser um indicador, não abandona nada que já o constituía, mas, pelo conflito de algumas de suas qualidades para com as do objeto, diversifica-se, não mais sendo um mero ícone, mas, também e sobretudo, um índice. Não há, pois, índices que não impliquem ícones, embora impliquem especialmente aquelas qualidades interagentes com o objeto, nas quais esse objeto lhe deixa sinais (SILVEIRA, 2007, p.75).

Por fim o símbolo, terceiro da tríade, diz respeito à formação de uma conduta:

O símbolo é um signo cuja virtude está na generalidade da lei, regra, hábito ou convenção de que ele é portador, e cuja função como signo dependerá precisamente dessa lei ou regra que determinará seu interpretante (SANTAELLA, 1995, pp. 171-172).

Dessa forma, fundamentando-se nesses pressupostos, elaborou-se um diagrama geral para o fenômeno sucessional (Figura 5).

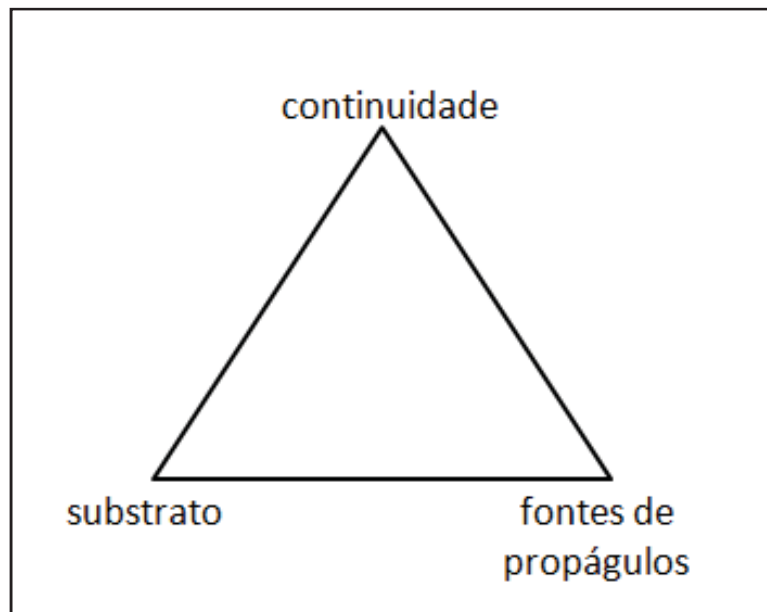


Figura 5: Diagrama proposto para o fenômeno de sucessão ecológica.

Esse modelo foi elaborado com a finalidade de que pudéssemos entender o fenômeno sucessional de uma maneira mais ampla. Assim, foram analisados diferentes modelos de sucessão ecológica, procurando o que de comum existia neles, para que por meio de um só diagrama fosse possível compreender distintos exemplos de sucessão ecológica. Para isso, buscamos entender quais são as condições mínimas para que ocorra esse processo ecológico.

Observa-se no modelo que o substrato constituir-se-ia potencialidade para o fenômeno, já os propágulos representariam o confronto, e por fim, a tríade só seria completa na presença de continuidade⁷, fato que está em conformidade com o dinamismo das comunidades ecológicas, as quais estão sempre se modificando em maior ou menor grau. Assim, esse diagrama semiótico, não se extinguiria, dependendo sempre da continuidade para atualizar sua rede semiótica.

⁷ Ressalta-se que no modelo elaborado (Figura 5), o terceiro da tríade recebeu a mesma nomenclatura dada por Peirce em alguns de seus diagramas, isto é, continuidade. Optamos por essa denominação, pois visamos enfatizar que a sucessão ecológica só se mantém por meio de contínuas mudanças, sejam elas em grandes ou pequenas escalas. Essas mudanças garantem o dinamismo da comunidade.

Cabe ressaltar que o modelo proposto será utilizado para análise e interpretação dos esquemas elaborados pelos respondentes. Desse modo, diante de esquemas com perspectivas diversas, serão verificadas em relação ao modelo (Figura 5), as concepções de sucessão ecológica apresentadas pelos sujeitos da pesquisa.

3.3 Análise dos livros didáticos e apostilas

Os livros e apostilas analisados foram organizados em ordem cronológica de publicação (Quadro 1).

Considerando-se que o conceito de sucessão é apresentado geralmente no último ano do Ensino Médio e a idade dos respondentes, foram escolhidos para análise, livros didáticos utilizados no período de 2003 a 2009.

Nº	Autor	Título	Editora	Publicação
1	Machado, S.	Biologia para o Ensino Médio: volume único	Scipione	2003
2	Amabis, J. M.; Martho, G. R.	Biologia	Moderna	2004
3	Favaretto, J. A.; Mercandante, C.	Biologia	Moderna	2005
4	Laurence, J.	Biologia: ensino médio	Nova Geração	2005
5	Silva Júnior, C.; Sasson, S.	Biologia	Saraiva	2005
6	Linhares, S.; Gewandsznajder, F.	Biologia	Ática	2006
7	Paulino, W. R.	Biologia	Ática	2006
8	Lopes, S.G.B.C.; Rosso, S.	Biologia	Saraiva	2009
9	Etapa	Biologia	Etapa	Sem data
10	COC		COC	Sem data
11	Objetivo	Ecologia	Sol	Sem data

Quadro 1: Lista de livros didáticos e apostilas analisados.

3.3.1 Livro 1

No início da explicação sobre o conceito de sucessão ecológica, o autor do livro 1, aparentemente se amparou no modelo de facilitação proposto por Connell e Slatyer (1977), como se pode observar no trecho que se segue:

Na natureza, as comunidades estão em permanente construção. Elas interagem com o ambiente físico, modificando-o. Muitas vezes, **o ambiente fica tão diferente que se torna pouco favorável para a própria comunidade que o modificou**. Em consequência, muitas são eliminadas e outras, mais adaptadas às novas condições ambientais, ocupam o espaço. A substituição ordenada e gradual de uma comunidade por outra, até que se chegue a uma comunidade estável, é chamada *sucessão ecológica* (Livro 1, p. 495, grifo nosso).

Pela análise do fragmento anterior, verifica-se que existiria um “fim” para o processo sucessional, correspondido por uma comunidade estável. Embora haja essa menção à estabilidade, em nenhum momento o autor explicou o seu significado. Pode-se inferir que se refira à mesma estabilidade anunciada por Odum (1969). Além disso, tanto o esquema de sucessão primária (Figura 6) quanto o de secundária (Figura 7), são apresentados de forma a terminarem em uma comunidade com fisionomia florestal.



Figura 6: Esquema de sucessão primária iniciada em uma rocha exposta até o estabelecimento de uma floresta.



Figura 7: Esquema de sucessão secundária iniciada em uma área de floresta incendiada, até a recomposição da comunidade florestal original.

No caso do esquema de sucessão secundária, a comunidade clímax foi representada pela fase III. Segundo o autor, a vegetação existente nessa fase, assemelhar-se-ia a existente naquele local anteriormente a ocorrência de um incêndio. Apesar da possibilidade dessa ocorrência, caberia explicar que sementes de outras áreas poderiam colonizar o local, o que resultaria em uma comunidade cuja composição florística distinguir-se-ia da antecedente, igualmente como foi defendido por Gleason (1926).

Além disso, a representação da comunidade climácica como uma floresta, deveria ser tratada de forma mais ampla, pois, segundo essa visão, biomas como os desertos ou savanas, por não apresentarem fisionomia arbórea, não seriam classificados como comunidades climácias. Diante de uma infinidade de modelos possíveis, a utilização de um que contemple apenas uma realidade deve ser repensada, visto que, em uma classe, a aprendizagem de um conceito se dá por diversas vias. Cada aluno tem uma maneira particular para aprender, dessa forma, diferentes modelos poderiam contribuir para um entendimento melhor para uma classe como um todo.

3.3.2 Livro 2

Para o livro 2, sucessão ecológica seria “o processo gradativo de colonização de um hábitat, em que a composição das comunidades vai se alterando ao longo do tempo.” Ao abordar o conceito de clímax climático, os autores explicaram que a previsão do desenvolvimento sucessional em uma determinada comunidade às vezes seria presumível, porque as associações, condicionadas pelas características físicas e climáticas do local onde estão inseridas, tenderiam a se transformar.

Como exemplo de sucessão primária, os autores apresentaram a colonização de rochas nuas, lavas solidificadas e dunas de areia, sendo que o esquema apresentado tratou da sucessão ecológica nesse último ambiente. A representação foi explicada por meio do modelo de facilitação, apesar desse não ter sido nomeado. Os autores esclareceram que, em muitos casos, após a colonização por espécies pioneiras, as características daquele ambiente se modificariam, facilitando a entrada de outras plantas e animais que começariam a competir com as primeiras colonizadoras, até que essas fossem substituídas. No entanto, Begon, Townsend e Harper (2007), discutiram que pesquisas no ambiente de dunas do lago Michigan demonstraram que o modelo de

facilitação não se aplicaria àquele local, como foi explicado em capítulo anterior nesta dissertação.

Nesse livro, também foi apresentado um esquema de sucessão secundária, no qual a sequência de fases sucessionais se encerrariam em uma floresta, após 100 anos. Vale frisar que deveria ser explicitado que, quando temporalidades determinadas são apresentadas em explicações, essas tratam-se apenas de um exemplo, devendo-se deixar bem claro que muitos outros casos, com tempos diferentes, ocorrem na biosfera.

3.3.3 Livro 3

O livro 3 (p. 21) iniciou o tópico sucessão ecológica com o exemplo de uma erupção vulcânica, ocorrida em 1980 nos Estados Unidos, que ocasionou o desaparecimento da fauna e da flora do local. Quatro anos após a erupção, já havia uma exuberante comunidade instalada, com a feição muito semelhante à original. Nesse material, a sucessão ecológica foi definida da seguinte maneira: “uma sequência de alterações da composição das comunidades, culminando com a formação de uma comunidade relativamente estável” (Livro 3, p. 21).

Esse conceito apresentado poderia ser considerado aceitável, pois, quando se refere a um clímax relativamente estável, não se estaria ‘engessando’ o processo. No entanto, os autores não explicaram o significado de ser relativamente estável.

Mudando o foco da análise, do texto para as ilustrações, verifica-se a apresentação de um esquema de sucessão primária, representado em uma escala temporal de 1000 anos. Essa variável deveria ser tratada com cuidado, pois, da forma exposta, poderia levar à compreensão de que qualquer processo de sucessão primária, necessariamente, levaria esse tempo até que um possível clímax fosse atingido.

3.3.4 Livro 4

No livro 4 (p. 52), a sucessão ecológica foi definida como a “sucessão de comunidades em um dado local, até o estabelecimento de uma comunidade clímax.” De acordo com o autor, esse processo ocorreria porque os organismos pioneiros criariam condições para o estabelecimento de outros. Realmente deve-se admitir que as atividades dos organismos de uma comunidade podem influenciar em novas condições

de sobrevivência para espécies, até então, limitadas a viver em outros ambientes. No entanto sabe-se que o modelo de facilitação não explicaria todos os mecanismos de uma sucessão.

Um ponto importante apresentado neste livro, foi a presença de animais na comunidade, fator que não foi tratado em vários livros didáticos e apostilas analisados: “com o desenvolvimento da vegetação, animais também vão se estabelecendo na região, até chegar a um estágio em que a comunidade se torna estável” (Livro 4, p. 53).

Embora esse autor tenha feito menção aos animais no decorrer do processo sucessional, o esquema apresentado não contemplou esses seres vivos. A figura 8 representa uma sucessão primária em uma rocha nua, de líquens até o desenvolvimento de árvores na comunidade. Na explicação, o autor explicitou que a figura está apenas representando a vegetação. Esse fato não auxilia em uma compreensão mais completa do processo, pois a inserção de animais na figura incluiria componentes presentes e atuantes na maioria das comunidades. Portanto, a utilização desses organismos no esquema, poderia propiciar um maior entendimento do fenômeno pelos alunos que utilizam ou utilizaram esse livro didático.

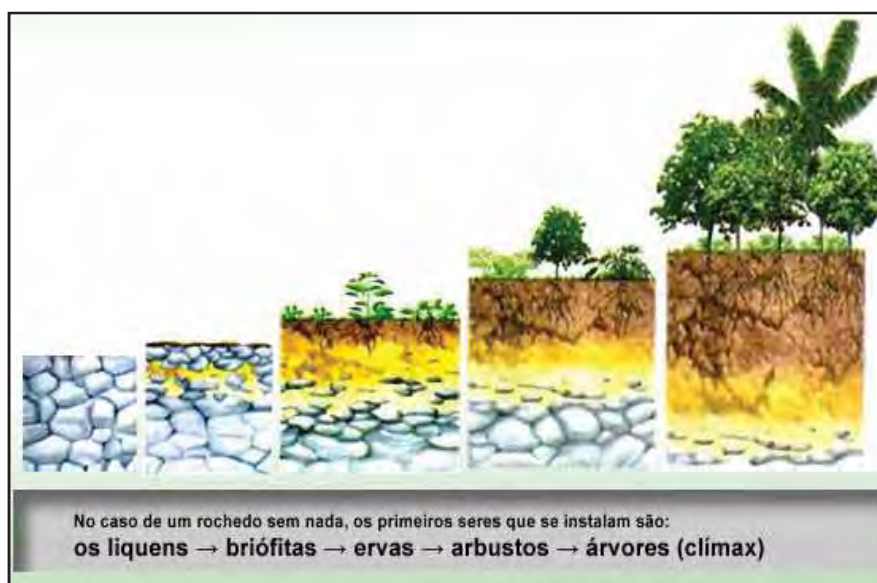


Figura 8: Modelo de sucessão ecológica iniciado em uma rocha nua.

A interação dos seres humanos na comunidade foi outra questão relevante apresentada. Essa relação, se bem compreendida pelos alunos, poderia propiciar o entendimento de que os seres humanos também fazem parte da comunidade, interagindo com essa de muitas formas, podendo degradá-la ou preservá-la. Para esse livro, a ação

antrópica seria uma das principais responsáveis por desequilíbrios nos processos sucessionais, o que impediria o estabelecimento de uma comunidade clímax condizente com a que provavelmente se formaria naquela região, caso esse ambiente fosse preservado.

3.3.5 Livro 5

No livro 5, percebeu-se uma tendência à teoria do superorganismo defendida por Clements (1916) pois, os autores fizeram uma comparação entre os ecossistemas e os organismos:

Os ecossistemas naturais estão em constante modificação. Como se fossem um **organismo vivo**, eles passam por vários estágios, desde a juventude até a maturidade (Livro 5, p. 358, grifo nosso).

Em suas explicações, os autores também defenderam o modelo de facilitação de Connel e Slatyer, quando disseram que uma comunidade “prepara o terreno” para o estabelecimento da próxima (Livro 5, p. 358).

Observa-se também que, para os autores, a comunidade clímax se instalaria de forma permanente. Essa concepção fechada, rígida, a respeito da imutabilidade climática, poderia conduzir os alunos a um pensamento equivocado sobre esse processo, que é, essencialmente, dinâmico.

Quando foram apresentadas exemplificações sobre o fenômeno sucessional, a ideia de imutabilidade foi novamente expressa no momento da explicação sobre a sucessão primária em uma lagoa. Para os autores, após o seu preenchimento por partículas sólidas, plantas terrestres começariam a invadir esse espaço, seguindo a ordem: gramíneas, arbustos e, por fim, árvores, que formariam gradativamente uma floresta que permaneceria estável a partir desse período.

3.3.6 Livro 6

No livro 6, foi apresentada uma explicação sobre o processo sucessional, que iniciar-se-ia em uma rocha nua colonizada primeiramente por líquens que modificariam as condições edáficas do local, favorecendo a colonização de outras espécies, até o estabelecimento de uma comunidade clímax, “que fica em equilíbrio com o solo e o clima da região, sem ser substituída por outra” (Livro 6, p. 496).

Em relação à ação do solo e do clima como fatores ecológicos determinantes para as formações vegetais, verifica-se uma extrapolação ao explanado por Clements (1916) em sua teoria do monoclímax. Pensando nesses dois fatores, segundo os autores, infere-se que na Amazônia, por exemplo, poderia se formar uma floresta tropical; no Canadá, uma floresta temperada e, no nordeste brasileiro, uma caatinga.

Quando o assunto tratado foi o equilíbrio da comunidade clímax, os autores defenderam que esse poderia ser alterado por alguns eventos:

Mudanças drásticas nos fatores físicos do ambiente, como incêndios, erupções vulcânicas, grandes mudanças climáticas ou desastres ecológicos. Mas, mesmo que não haja grandes mudanças nesses fatores, a comunidade clímax pode se alterar (Livro 6, p. 496).

Essa noção de equilíbrio dinâmico vai ao encontro do que é aceito atualmente, pois hoje se acredita que a comunidade clímax pode ter sua estrutura alterada se, porventura, ocorrerem determinados eventos (migração de espécies, por exemplo), visão contrária ao de equilíbrio estático, ainda sustentada por alguns autores de manuais didáticos.

Por fim, tratando-se da temporalidade, os autores advertiram que a substituição de comunidades poderia demorar décadas, séculos ou milhares de anos. A utilização de inúmeras possibilidades de tempo torna-se interessante no sentido em que permite o pensamento de que cada comunidade é específica, com características peculiares.

3.3.7 Livro 7

No livro 7, a sucessão ecológica foi caracterizada pelo autor por apresentar mudanças na estrutura das comunidades através do tempo, sendo um fenômeno direcional e, muitas vezes, previsível:

Esse processo direcional e até previsível resulta de modificações ambientais promovidas pelos seres vivos e das interações entre populações. A sucessão ecológica é regulada não apenas pela comunidade, mas também pelos fatores abióticos do ambiente, que podem determinar o padrão das mudanças verificadas e, às vezes, limitar a extensão do desenvolvimento (Livro 7, p.238).

É possível que, quando o autor desse livro expôs sobre a predizibilidade do processo, tenha se apoiado em Odum (1969).

Em relação aos esquemas, o autor ofereceu como exemplo de sucessão, a ocupação de uma rocha nua (Figura 9), que começaria pela colonização de líquens, até o

estabelecimento de uma comunidade de clímax arbóreo. É importante comentar que esse arquétipo, se explicado de maneira simplista como se observa em alguns livros didáticos, por meio da representação de fases que “paralisam” e fragmentam esse processo dinâmico, pode condicionar os alunos à compreensão do fenômeno sucessional como um processo linear e finalizado sempre por uma comunidade arbórea.

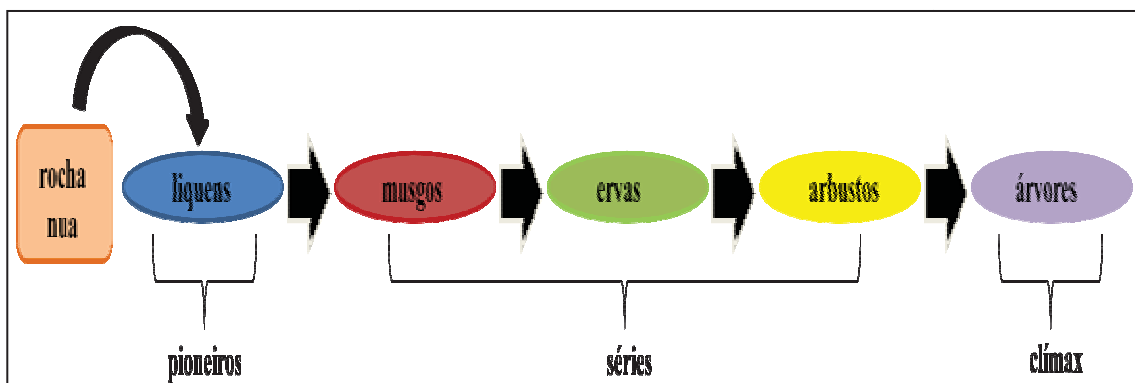


Figura 9: Esquema de sucessão ecológica iniciada em uma rocha nua (baseado no que foi apresentado no livro 7).

Essa concepção calcada apenas nas comunidades climácicas florestais, poderia induzir os alunos a desprezar outros tipos de fisionomias, como as encontradas nos desertos e no cerrado, ambientes que não contemplam, em sua maioria, uma vegetação florestal, mesmo em estágio seral avançado.

Outro ponto a se pensar sobre esse modelo, consiste no fato de que seu emprego em exclusividade, poderia proporcionar um entendimento distorcido do conceito, pois, nele, a variável tempo seria ampla demais, dificultando a significação do processo. Seria interessante a inserção de modelos nos quais o processo sucessional fosse mais facilmente visualizado pelos alunos em termos temporais, como é o caso da sucessão de organismos em um cadáver ou em uma fruta. No entanto, exemplos assim são muitas vezes negligenciados pelos livros didáticos e apostilas. De acordo com Begon, Townsend e Harper (2007), o período de vida humano seria suficiente para presenciar uma sucessão nas rochas do infralitoral, porém, não seria suficiente para o estudo desse fenômeno em retraimentos de geleiras. Dessa maneira, exemplos mais palpáveis aos alunos poderiam ser importantes instrumentos para o entendimento inicial do conceito.

Ainda de acordo com esse material, no clímax, a comunidade alcançaria um estado de equilíbrio dinâmico, sendo a estabilidade dessa fase muito maior do que a encontrada em estágio pioneiro.

3.3.8 Livro 8

Nesse livro, verifica-se que o conceito de sucessão ecológica foi definido de maneira semelhante ao encontrado no trabalho publicado por Odum, em 1969.

Um processo não sazonal, dirigido e contínuo; ocorre como resposta às modificações nas condições ambientais locais, provocadas pelos próprios organismos nos estágios serais; termina com o estabelecimento de uma comunidade clímax, que não sofre mais alterações em sua estrutura, desde que as condições macroclimáticas não se alterem (Livro 8, p. 566).

A afirmação de que a comunidade clímax não sofreria mais modificações em sua estrutura trata-se de uma falácia, pois eventos como entrada de sementes alóctones podem ocorrer a qualquer momento, visto que as comunidades não são sistemas isolados. Além disso, fenômenos como raios ou a ação antrópica podem interferir nesse processo. Outro problema encontrado refere-se ao esquema ilustrativo de sucessão secundária (Figura 10), no qual um campo abandonado, ao longo de 100 anos, evoluiria até o estágio de clímax.



Figura 10: Esquema de sucessão secundária iniciada em um campo abandonado.

Esse esquema representou a sucessão de comunidades de maneira estanque e linear, onde aparentemente o que muda é o tamanho dos vegetais, sendo a comunidade clímax constituída por uma floresta de coníferas, exemplo esse, essencialmente estrangeiro. Ressalta-se que estrangeirismos possuem sua importância, por propiciarem que os alunos conheçam diferentes realidades. No entanto, seria necessário que os livros também trouxessem exemplos nacionais que, de acordo com Pinheiro da Silva e Cavassan (2005), por se constituírem modelos próximos e mais concretos, poderiam garantir maior motivação, facilitando o seu entendimento.

3.3.9 Livro 9

Nesta apostila, o processo sucessional foi definido da seguinte maneira:

Sucessão ecológica é um processo ordenado de mudanças da comunidade ao longo do tempo. É a sequência de comunidades que se substituem umas às outras numa dada área. O processo de mudanças é ordenado, direcional e, portanto, **previsível** (Livro 9, p. 34).

Analisando-se o exposto acima, verifica-se a existência de um direcionamento às teorias explicitadas por Odum (1969), e anteriormente por Clements (1916). Uma das consequências da filiação às ideias defendidas por esses autores seria o entendimento de que, em um processo tão complexo, seria possível realizar previsões de suas composições futuras. No entanto, Gleason (1926) discordou veemente dessa teoria, pois, segundo ele, se a previsão fosse possível, teríamos que pensar em um aglomerado de fatores necessários para o desenvolvimento das comunidades, inclusive fatores difíceis de prever, como a migração de espécies. Assim, antever as transformações de uma associação tornar-se-ia complicado.

Em relação aos exemplos apresentados nesse material, observou-se a explicação de um processo sucessional localizado em um lago. Nesse modelo, foi explicado pormenorizadamente, como ocorreria a colonização desse ambiente, inserindo-se na discussão, os mais variados organismos, como algas, larvas de insetos, bactérias decompositoras, protozoários, peixes e árvores. Conjectura-se que a inserção de seres tão diversos aos modelos pode fomentar um pensamento mais complexo em relação ao fenômeno.

3.3.10 Livro 10

De acordo com esse material, sucessão ecológica seria um processo que aconteceria devido à alterações ambientais locais. O desenvolvimento desse fenômeno seria “ordenado e dirigido para atingir a **comunidade clímax**” (Livro 10, p. 39). Os organismos constituintes da comunidade seriam influenciados e influenciariam o ambiente.

Um problema encontrado nessa apostila localiza-se no esquema de sucessão secundária (Figura 11). Nessa figura observa-se a divisão das fases sucessionais de maneira estanque e linear. Em cada um dos quadros foram representados vegetais dominantes elencados conforme uma escala de tempo exata. Esse tipo de representação pode levar a compreensão de que o mesmo aconteceria em comunidades. Mesmo explicitando que seriam vegetais dominantes, seria interessante explicar que de uma fase a outra, existe certa continuidade das espécies, que estas não desaparecem de uma

hora para outra. Outra análise que podemos fazer a partir do esquema, refere-se ao fato que o mesmo pode perfeitamente ser utilizado como um exemplo de estratificação vegetal em relação a diferenças de altitude ou latitude de regiões, pois as fases demonstradas são muito semelhantes ao que acontece, por exemplo, com as comunidades vegetais em montanhas. Em um processo sucessional, dificilmente, uma comunidade de coníferas será substituída por uma comunidade de árvores de clima tropical, pois essas diferentes comunidades geralmente requerem distintas temperaturas, umidade, dispersores, características edáficas, entre outros fatores, para se desenvolverem.

Anos após cultivo	Vegetação dominante	
1	Capim invasor	
2	Arbustos	
3	Arbustos	
5-15	Árvores – pinheiros	
25-50	Floresta de pinheiros	
150	Floresta no estágio clímax	

Figura 11: Esquema de sucessão secundária em um campo abandonado.

3.3.11 Livro 11

De acordo com esse material, sucessão ecológica seria:

[...] o desenvolvimento de uma comunidade ou biocenose, compreendendo a sua origem, crescimento, até chegar a um estado de equilíbrio dinâmico com o meio ambiente. Tal dinamismo é uma característica essencial das biocenoses (Livro 11, p. 43).

Um aspecto interessante abordado nessa definição trata-se do dinamismo exposto como essencial para a comunidade. Ressalta-se isso, visto que, em alguns livros, o equilíbrio foi classificado como estável, o que não condiz com o observado em comunidades.

Apesar dessa definição, em outra parte do texto, o autor afirmou que alterações na comunidade aconteceriam até o estabelecimento do clímax. Entende-se que essa visão seja contrária à apresentada anteriormente, pois, ao aceitar o estado de equilíbrio dinâmico, dever-se-ia também aceitar que a biocenose se modifica em qualquer fase, inclusive na climática.

Por fim, destaca-se que nesse material, diferentemente dos demais analisados, apresentou-se o exemplo de sucessões em cadáveres, denominadas de sucessões destrutivas, modelo mais facilmente visualizável devido a sua curta escala de tempo.

3.3.12 Análise Geral

Por meio de um olhar geral sobre todos os livros e apostilas analisados, evidencia-se que as maiores distorções encontradas dizem respeito ao conceito de clímax, a participação de animais e microorganismos no processo, a ação antrópica, bem como a reconstrução histórica do conceito.

Nota-se uma afinidade à noção de clímax, a qual foi apenas representada por comunidades arbóreas. Essa concepção pode levar ao pensamento de que outros tipos de fisionomias não seriam importantes, como as existentes na caatinga, cerrado, campo, deserto, tundra, entre outros. Como a importância muitas vezes é fortemente influenciada pelas funções que o ecossistema tem no meio, em especial, aquelas que interessam ao homem, as florestas tendem a ser privilegiadas. No entanto, sabe-se, por exemplo, que o cerrado seria importante para o processo de infiltração de água no solo, o que, ajuda na manutenção do aquífero Guarani. Essa ideia distorcida sobre as comunidades clímax, pode inclusive servir de justificativa para a implantação equivocada de políticas públicas, como o Código Ambiental. Além disso, a noção de clímax apresentada nos materiais analisados caracteriza-se como apogeu, ápice ou final

de um processo sucessional, fato que dificilmente não aconteceria, pois as comunidades são dinâmicas, isto é, estão em constante transformação.

Em relação à participação de animais e microorganismos no processo, verifica-se que nos momentos em que são citados, são apresentados apenas como coadjuvantes. Entretanto, como já ressaltado nesta dissertação, há exemplos de que os animais e os microorganismos estruturam as comunidades, como no caso das sucessões em recifes de corais e nas sucessões em cadáveres, respectivamente. Neste caso, àqueles componentes que, em função do tamanho tem menos chance de serem percebidos e estudados, são negligenciados. No entanto, mesmo nas florestas tropicais pluviais, a diversidade destes seres vivos é muito maior do que os organismos macroscópicos a quem frequentemente se atribuem maior importância (LAMBAIS et al., 2006).

Quanto à influência do homem no processo, observa-se que essa geralmente não foi enfocada. Entretanto, diante do contexto atual de crise ambiental, esse ponto deveria ser discutido, o que poderia contribuir para uma visão crítica dos alunos em relação à atividade humana nos ambientes, imbuindo-os inclusive, da noção de que eles fazem parte da biosfera e assim, devem pensar em suas ações em prol dela e consequentemente, em prol deles mesmos.

Enfim, em se tratando da reconstrução histórica do conceito, constatou-se que nenhum desses materiais contemplou uma abordagem que considerasse a História da Ciência. Na maioria dos materiais analisados é nítida a filiação às teorias determinísticas de Clements, embora o nome desse autor não tenha sido citado em nenhuma ocasião. Com a inserção de uma abordagem histórico-filosófica os alunos poderiam entender a maneira pela qual a ciência se constrói, desmitificando a ideia de que inovações científicas são pensadas por apenas uma pessoa dotada de capacidades cognitivas acima da média. Como assinalou Martins:

A História da Ciência mostra, através de episódios históricos, que ocorreu um processo lento de desenvolvimento de conceitos até se chegar às concepções aceitas atualmente. Isso pode facilitar o aprendizado do próprio conteúdo científico que estiver sendo trabalhado. O educando perceberá que suas dúvidas são perfeitamente cabíveis em relação a conceitos que levaram tanto tempo para serem estabelecidos e que foram tão difíceis de atingir (MARTINS, 1998, p. 18).

Assim, pelo explicitado, reforça-se a necessidade de maiores revisões quanto à qualidade desses materiais didáticos, pelo menos no que concerne ao conceito de sucessão ecológica.

3.4 Análise das respostas dos alunos ao questionário

A análise dos questionários foi dividida em duas partes: uma que tratou das questões pessoais e outra que enfocou aspectos conceituais.

Foi analisado um total de 42 questionários, 22 da turma do período integral e 20 do período noturno. Para a análise, optou-se pela junção desses dois blocos, não existindo razão em separá-los, pois se trata do mesmo público.

As questões analisadas serão apresentadas nos tópicos a seguir.

3.4.1 Análise das questões pessoais

A média de idade dos respondentes (com exceção de um deles que não respondeu esta questão) foi de aproximadamente, 19 anos, sendo que os mais jovens possuíam 17 anos de idade e os mais velhos, 24, como se pode verificar no quadro 2:

Idade	nº de respondentes
17	4
18	11
19	13
20	8
21	1
22	0
23	2
24	2

Quadro 2: Idade dos respondentes.

Quanto ao gênero dos respondentes, constatou-se que nove eram do gênero masculino e 33 do feminino. Em porcentagem, isso corresponde a 21% e 79%, respectivamente.

Em relação à escola que frequentaram durante o Ensino Médio, 15 (36%) declararam serem provenientes de escolas públicas e 27 (64%) declararam serem provenientes de escolas privadas. Além disso, 28 (67%) respondentes disseram que realizaram curso preparatório para vestibular, enquanto 14 (33%) responderam negativamente a essa questão.

3.4.2 Análise das questões conceituais

3.4.2.1 Questão 1

Durante a análise desta questão foi constatada uma infinidade de concepções acerca do fenômeno sucessional. A finalidade dessa pergunta era entender, de um modo indireto, como os respondentes compreendiam o conceito, bem como a maneira pela qual eles acreditavam ser apropriada ministrar aulas sobre o assunto. No entanto, apesar da aplicação de um questionário piloto, observa-se que, possivelmente, muitos respondentes não tenham compreendido a essência da pergunta. Assim, obteve-se uma infinidade de respostas com focos diferentes, como se pode observar na Tabela 1. Pensando na pluralidade de respostas, optou-se por retirar da leitura do texto as categorias e não o contrário. Assim, foram elaboradas as seguintes categorias:

- Procedimentos de ensino: aborda vários aspectos didáticos, tais como, tipos de aulas (expositiva, prática e campo) e o tempo de duração delas.
- Fatores influentes na comunidade: dizem respeito aos fatores que influenciam na dinâmica das comunidades, tais como, clima e interações entre os organismos.
- Participação de animais: inserem esses organismos no processo sucessional.
- Temporalidade: respostas que trataram dos aspectos temporais envolvidos no processo.
- Mudança: respostas relacionadas a mudanças, transformações, alterações e modificações da comunidade.
- Exemplo: citam os locais nos quais poderia estar ocorrendo sucessão ecológica.
- Ação Antrópica: respostas relacionadas às mudanças ocorridas na comunidade devido a influências humanas.
- Não sabe: respondentes que afirmaram não saber do que trata o conceito.

Tabela 1: Transcrição das respostas dadas à questão 1 do questionário e enquadramento segundo algumas categorias.

Nº	Transcrição da Resposta	Categoria
1	Em se tratando de sucessão ecológica, primeiramente temos que expor o conceito de comunidade, onde encontra-se o conjunto de várias populações. A sucessão ecológica leva em consideração certos conceitos dito essencial a vida (ex:clima).	Fatores influentes na comunidade
2	Explicando o básico, e passaria um filme para melhor explicar e fixar o assunto na cabeça dos alunos. Passaria o	Procedimentos de ensino

	conceito na lousa na sala de aula e na próxima aula passaria um filme na mesma sala.	
3	Abordando e aprimorando os conceitos de sucessão ecológica e como o homem pode interferir nesse processo. O local seria a sala de aula para teoria e aulas ao ar livre para prática.	Procedimentos de ensino/ Ação antrópica
4	Ao me formar como professora e ensinar a matéria de sucessão ecológica eu primeiro começaria falando sobre o que é esse assunto. Assim, explicaria que as espécies sofrem interferências do meio em que vivem. Desse modo mostraria que esses animais podem sofrer essas interferências em diferentes tipos de ambientes, uma vez que cada um se adapta a condições climáticas diferentes, podendo durar estações, anos ou mesmo décadas.	Fatores influentes na comunidade/ Participação de animais/ Temporalidade
5	Bom, eu tentaria ensinar meus futuros alunos explicando primeiro o seu conceito e depois usar ambientes que eles frequentavam quando crianças e como estão esses ambientes hoje, tentando mostrar de uma maneira prática como alterações ocorrem nas comunidades ao longo do tempo.	Procedimentos de ensino/ Mudança/ Temporalidade
6	Ensinar os alunos utilizando exemplos do dia-a-dia. Por exemplo: no jardim da casa, deles. Se o jardim mudar, como isso poderia afetar os seres que ali vivem, e como isso poderia mudar o jardim mesmo.	Procedimentos de ensino/ Mudança/ Exemplo
7	Usando aulas teóricas e práticas, se possível. Levando-os a campo para que possam observar ou mesmo imaginar como ocorreu. Desta forma tomaria este local como exemplo. O conceito de como as espécies viventes neste lugar e a interação destas mostraria a importância de como o equilíbrio e clima influenciam na existência delas e dos futuros indivíduos a ocuparem esta área.	Procedimentos de ensino/ Mudança/ Exemplo
8	Pretendo mostrar como é o natural e como é afetada a ecologia assim destacando suas alterações e como prevenir. E diria os pontos positivos e negativos.	Mudança
9	Tentaria ensinar de um jeito simples, onde pudesse ser relacionado ao dia-a-dia, pois acredito que esses tipos de relações tornam a compreensão mais simples. Não sei como abordaria os tópicos, pois não me lembro sobre o assunto.	Procedimentos de ensino/ Não sabe
10	Abordando conceitos sobre o tema e discutindo com os alunos questões relacionadas com o tema. As aulas teriam duração suficiente para abordar todas as questões sobre o tema, e aconteceriam em sala de aula e ao ar livre, com aulas práticas.	Procedimentos de ensino
11	Com aulas teóricas e dinâmicas para cativar e facilitar o aprendizado, se eu soubesse mais ao certo o que é, pois não me lembro.	Procedimentos de ensino/ Não sabe
12	Ensinar utilizando exemplos e aulas práticas em ar livre.	Procedimentos de ensino
13	Pretendo ensinar cada sucessão de uma forma individual, para que os alunos entendam e não confundam cada uma delas.	Procedimentos de ensino
14	Sucessão ecológica abrange um estudo sobre o meio, habitat de diversos animais e no modo como clima, temperatura influenciam para manter esses animais no	Fatores influentes na comunidade/ Participação de

	local.	animais
15	Dando aulas teóricas nas salas de aula, abordando todos conceitos, dando uma visão inicial sobre o que é sucessão ecológica. Depois levá-los para uma aula prática, mostrando os conceitos na realidade de cada comunidade.	Procedimentos de ensino
16	Ensinaria o conceito de sucessão ecológica na parte teórica e para o aprofundamento de seus conhecimentos, tentaria dar uma aula prática.	Procedimentos de ensino
17	Eu primeiro avaliaria a classe em relação a idade, ao ambiente. Depois usaria recursos didáticos como vídeos, imagens, exercícios e passeios. Para assim melhor abordar o conteúdo, tempo seria avaliado conforme o decorrer da aprendizagem, sendo necessário mais tempo em uma classe do que e outra.	Procedimentos de ensino
18	Ensinaria tendo como base algum bioma, por exemplo, o próprio planeta que foi habitado por dinossauros e com o tempo foram extintos. Ou também alguma região do planeta que antes era um oceano com diversas espécies de peixes e hoje é um deserto.	Mudança/ Exemplo
19	Eu pretendo aprender e ensinar a sucessão ecológica, se for realmente importante. Diferentemente dos meus professores que não ensinaram nada e por isso não sei do que se trata.	Não sabe
20	Falaria sobre o conceito de sucessão ecológica, explicando a interferência dos indicadores da comunidade. Quanto ao local penso que biologia deve ser ensinado em local aberto, independente do assunto.	Fatores influentes na comunidade / Procedimentos de ensino
21	Utilizando conceitos atualizados e de fácil entendimento. Aulas em sala e demonstrativas, fazendo visitas a diversos locais. Aulas áudios-visuais e palestras.	Procedimentos de ensino
22	Com base em livros, fazendo uma linha do tempo e assim explicando e exemplificando tal assunto, para maior entendimento dos alunos, mostrar algum vídeo ilustrando os assuntos de sucessão ecológica conforme a didática.	Procedimentos de ensino/ Temporalidade
23	Em primeiro lugar dependeria da idade dos alunos e o fato de estudarem em escola pública ou particular.	Procedimentos de ensino
24	É a sucessão de espécies que ocorre em um determinado ecossistema. Um exemplo mais claro seria a sucessão que ocorre em um lugar primeiramente não habitado, como uma rocha ou uma duna de areia. No entanto, entendo que a sucessão ocorre constantemente nos ambientes, com a simples chegada de novos indivíduos em determinado local, os quais alteram, de alguma forma, as características deste ambiente, possibilitando, assim, a chegada de outros organismos.	Mudança/ Exemplo
25	O conceito seria abordado após apresentar exemplos que é de conhecimento do aluno. Buscar na memória fotográfica dos educandos algumas características que foram modificadas com o tempo. Quanto ao local onde ocorreria, talvez indicando onde é provável a incidência de sucessão após a degradação do homem no ambiente. O tempo varia de acordo com as condições climáticas e fenômenos naturais daquele local.	Mudança/ Ação antrópica/ Temporalidade/ Fatores influentes na comunidade

26	Sucessão ecológica acontece quando algum ambiente sofre alterações, como queimadas ou desmatamentos, então ambiente começa a se regenerar surgindo primeiro as gramíneas, depois arbustos, árvores, animais, até que o ambiente se estabeleça.	Mudança/ Ação antrópica/ Participação de animais/ Temporalidade
27	Sucessão ecológica é uma série de adaptações que um determinado local passa ao longo do tempo. Os locais que ocorreriam seria uma área desmatada ou queimada, o tempo dependerá de acordo com as condições climáticas. Antes passará por vários estágios até chegar ao clímax.	Mudança/ Temporalidade/ Exemplo/ Fatores influentes na comunidade
28	Conceito em lousa, exemplificando com fotos e gráficos, na própria sala de aula, pois não acredito na possibilidade de sairmos para um local de exemplo prático. O tempo que for necessário para os alunos, dentro da sala de aula.	Procedimentos de ensino
29	Ainda não tive estudos sobre esse tema.	Não sabe
30	Através de aulas dinâmicas, com visitas para observação, slides e trabalhos para ajudar na aprendizagem, ilustrações e citar acontecimento relativos ao cotidiano.	Procedimentos de ensino
31	Tendo como conceito de sucessão ecológica, as alterações que podem ocorrer na comunidade ao longo do tempo em determinados estágios é ideal que tais alterações sejam vivenciadas além de estudos. Dessa maneira, levaria meus alunos periodicamente (com um intervalo de alguns meses), a um local onde uma floresta foi desmatada, por exemplo, para ver o processo de sucessão.	Mudança/ Temporalidade/ Exemplo
32	Não sei ao certo. Mudanças naturais no ambiente devido a alterações naturais ou artificiais. Substituição de plantas e animais, regeneração, de danos sofridos.	Não sabe/ Mudança/ Participação dos animais
33	Sucessão ecológica pode ocorrer em qualquer lugar da crosta terrestre. Após um desmatamento, o tempo para o local voltar ao “normal”, a sucessão das espécies (planta e animal), etc, fazem parte das disciplinas. Ex: ocorre a erupção de um vulcão. Com o tempo, microorganismos cobrirão a parte devastada. Aos poucos, a vida toma de volta o local. Primeiro a grama, pequenos insetos, plantas de médio porte. Depois árvores e animais. O local foi voltando ao normal.	Mudança/ Exemplo/ Participação de animais/ Temporalidade
34	Sucessão ecológica tem como foco as transformações ocorridas no âmbito ecológico dentro de determinado período de tempo, tanto por influência do homem como alterações naturais. Esse processo acontece em todo o ambiente, ao longo dos anos. O ensino do conceito seria melhor empregado se o conteúdo fosse passado em locais onde é perceptível a ação do tempo sobre bioma. Talvez organizando excursões por trilhas.	Mudança/ Temporalidade/ Ação antrópica/ Exemplo/ Procedimentos de ensino
35	Para ensinar sucessão ecológica para os meus alunos eu posso pegar o exemplo de líquens para o início, depois de algumas plantas de pequeno porte, sem frutos e flores, depois algumas gimnospermas junto a outras espécies menos complexas e depois uma floresta tropical ou equatorial com uma enorme biodiversidade.	Mudança/ Exemplo
36	Através do uso de livros didáticos, livros práticos, em ambientes naturais, com uma duração mensal.	Procedimentos de ensino

37	Sucessão ecológica são alterações que ocorrem no meio em que vivemos ao longo do tempo. Essas alterações podem ser influenciadas pela ação do homem. Pode ocorrer em qualquer lugar e o tempo é indeterminado.	Mudança/ Temporalidade/ Ação antrópica/ Exemplo
38	Pretendo abordar o conceito em sala, mas proporcionar aulas de campo, para o melhor entendimento do conteúdo. A duração do curso seria de 2 dias, onde um seria de aulas conceituais sobre habitats e nichos ecológicos e no segundo dia aulas práticas.	Procedimentos de ensino
39	São mudanças ocorridas no ambiente devido a alterações climáticas e por diversos fatores.	Mudança/ Fatores influentes na comunidade
40	Sucessão ecológica é sobre as relações entre as diferentes comunidades de seres vivos existentes, se relacionando e se modificando com o passar do tempo. Um bom modo de passar esse conhecimento aos alunos é dando aulas ao ar livre.	Mudança/ Temporalidade/ Procedimentos de ensino
41	Através de exemplos ocorridos no cotidiano. Sucessão ecológica é quando a floresta depois de passar por degradação renasce aos poucos.	Mudança/ Exemplo
42	Poderia apresentar uma série de conseqüências; progressões que resultam num habitat.	Mudança

Observa-se na transcrição das respostas que muitos depoimentos apresentaram apenas abordagens relacionadas a procedimentos de ensino e cinco respondentes disseram não saber do que se trataria o conceito (Tabela 2).

Tabela 2: Categorias *versus* respondentes.

Categorias	Respondentes	% relativa às respostas (valores aproximados)
Procedimentos de ensino	23	26,7
Fatores influentes na comunidade	7	8,1
Participação de animais	5	5,9
Temporalidade	11	12,8
Mudança	19	21,9
Exemplo	11	12,8
Ação antrópica	5	5,9
Não sabe	5	5,9

Um fato que chama a atenção, diz respeito à concepção de sucessão ecológica como mudança, apresentada por quase metade dos respondentes. Essa noção de que as comunidades se modificam ao longo do tempo é muito útil para entender esse processo essencialmente dinâmico.

Quanto à categoria exemplo, observou-se que os participantes da pesquisa que trataram esse aspecto, referiram-se principalmente a sucessões em áreas de florestas desmatadas e incendiadas. Esses dois exemplos remetem, em alguma medida, a ações do homem nas comunidades. Dessa forma, não seria surpreendente se essa categoria viesse atrelada a ação antrópica. No entanto, não foi o que ocorreu.

Em relação à categoria temporalidade ressalta-se que alguns alunos utilizaram esse fator como sendo indeterminado ou relativo às condições da comunidade estudada. Cabe frisar que essa perspectiva é interessante, pois não limita temporalmente o processo.

Por fim, em relação às categorias fatores influentes na comunidade e participação de animais, verifica-se uma baixa adesão a esses elementos.

3.4.2.2 Questão 2

Na questão 2, os respondentes deveriam elencar em ordem decrescente, seis afirmações (Quadro3), de modo que as frases que mais se aproximariam de suas concepções sobre sucessão ecológica, deveriam receber os maiores números.

Alternativas	
A	Desenvolvimento da comunidade em padrões não definidos.
B	Progressão/Aumento da complexidade da comunidade.
C	Substituição de espécies.
D	Predizibilidade (grau de probabilidade em que um fenômeno pode ser previsto).
E	Aumento do tamanho das plantas.
F	Outros. Quais?

Quadro 3: Frases sobre o conceito de sucessão ecológica e suas letras correspondentes.

Para que pudéssemos compreender o exposto nas respostas, cada uma delas foi plotada em uma tabela (Tabela 3), a qual anuncia a importância de cada afirmativa em relação às demais. Consequentemente, as respostas de cada alternativa foram somadas, resultando em um valor percentual para comparações entre as opções.

Tabela 3: Valor de importância dada a cada uma das frases da questão 2.

Respondentes	Alternativas					
	A	B	C	D	E	F
1	5	6	3	4	2	1
2	3	4	5	6	2	1
3	5	6	2	4	3	1
4	3	6	5	2	1	4
5	4	6	5	3	2	1
6	3	6	2	5	4	1
7	5	3	6	4	2	1
8	3	2	4	6	5	1
9	1	3	5	4	2	6
10	2	1	3	5	4	6
11	4	6	5	2	3	1
12	3	4	5	2	6	1
13	5	6	3	4	2	1
14	4	5	2	1	3	6
15	5	3	6	4	2	1
16	3	4	5	1	2	6
17	1	3	4	5	2	6
18	6	5	1	3	2	4
19	3	4	2	6	1	5
20	3	6	5	2	1	4
21	6	4	3	5	2	1
22	4	6	5	3	2	1
23	1	4	2	6	3	5
24	6	5	3	4	2	1
25	3	2	6	4	5	1
26	5	6	4	3	2	1
27	4	5	6	1	2	3
28	2	4	5	3	1	6
29	3	6	2	4	5	1
30	3	6	5	4	2	1
31	4	6	6	1	2	3
32	4	3	6	2	5	1
33	4	6	5	3	1	2
34	3	5	2	4	1	6
35	5	6	2	3	4	1
36	6	5	4	2	3	1
37	3	5	6	2	4	1
38	6	4	3	5	2	1
39	6	5	3	4	2	1
40	1	6	3	4	5	2
41	5	6	3	4	2	1
42	6	5	4	3	2	1
Somatória	161	199	166	147	110	100
%	18,23	22,53	18,8	16,65	12,46	11,33

Com base na tabela 3, consideramos que as frases que melhor representam o processo sucessional para os respondentes, em termos de valores de importância, podem ser representadas da seguinte maneira: $B > C > A > D > E > F$.

Portanto, a frase “progressão/aumento da complexidade da comunidade” recebeu, em termos relativos, as maiores notas dadas pelos respondentes. Em termos de quantidade de respondentes que assinalaram essa afirmativa, encontramos 17, aproximadamente 40%, como podemos observar no gráfico abaixo (Figura 12):

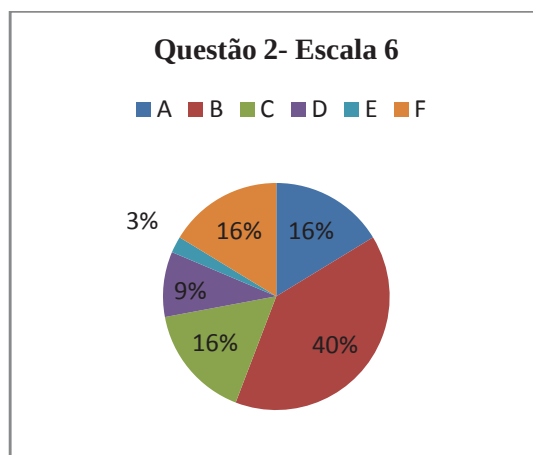


Figura 12: Respostas com maior grau de importância na questão 2.

Analisando-se esse dado, podemos conjecturar que um dos motivos que fizeram com que essa alternativa fosse a mais importante para os respondentes, deve-se às figuras apresentadas em muitos livros didáticos, nas quais, há um significativo aumento da complexidade dos organismos, complexidade essa, relacionada à escala de evolução biológica. Por meio dessa análise, não estamos dizendo que este ponto de vista é errôneo, pois se trata do que realmente acontece em um grande número de processos sucessionais. Cabe ressaltar, a necessidade de inserção, no livro didático e apostilas, de exemplos que complementem essa ideia, como é o caso da sucessão de decompositores na serapilheira. Essa inclusão poderia contribuir para que os alunos não apreendam uma visão unilateral sobre a dinâmica das comunidades, refletindo assim, sobre a importância de cada ser vivo no ambiente.

Um fator importante e quicá, contraditório, que podemos observar entre a preferência dada a algumas das alternativas trata-se, do quinto lugar recebido pela afirmativa E, isto é, “aumento do tamanho das plantas”. Quando as frases foram

escolhidas para formar essa questão, pensamos na relação que poderia ocorrer entre as alternativas B e E, pois, nas imagens presentes nos manuais didáticos, existe um aumento da complexidade das espécies ao longo da sucessão, como foi relatado anteriormente, porém, essa complexidade, geralmente vem acompanhada do aumento do tamanho dos vegetais. Portanto, seria esperado que essas alternativas contassem com um número aproximado de respostas, no entanto, isso não foi o verificado. Uma das hipóteses possíveis seria a de que os respondentes diferenciam bem complexidade em relação a tamanho. Por exemplo, poderia ser difícil dizer, pensando em animais aparentados filogeneticamente, qual seria mais complexo: um leão ou um gato?

Tratando-se agora das frases D e A, respectivamente, “predizibilidade (grau de probabilidade em que um fenômeno pode ser previsto)” e “desenvolvimento da comunidade em padrões não definidos”, queríamos investigar a ausência ou a presença de noções de previsibilidade em relação a comunidades futuras. Esse é certamente um fator de discordância entre Clements e Gleason. O primeiro, como já relatado em outro capítulo, propôs a teoria do monoclímax, defendendo que o clímax de uma dada área seria determinado pelo clima daquela região, assim sendo, as mudanças ocorridas em uma comunidade poderiam ser previstas. Opondo-se a essa visão determinista, Gleason defendeu que seria muito difícil prever as associações futuras, pois o fenômeno sucessional seria dependente de uma rede de interações e fatores. Partindo-se dessas duas perspectivas, ao analisarmos os livros didáticos, foi flagrante o caráter de previsibilidade, visto que a comunidade climática foi exemplificada majoritariamente como sendo florestal. É preciso explicar que a abordagem previsível apresentada por Clements não é absurda, já que realmente, há casos em que podemos inferir, por meio de observações de situações semelhantes, como será uma comunidade com o passar de determinado tempo. No entanto, é necessário que fique claro que fatores inesperados, como a introdução de espécies exóticas nas proximidades da comunidade em foco ou eventos como incêndios e tempestades, podem modificar a dinâmica das comunidades.

Em relação à afirmativa C (substituição de espécies), esperávamos que essa fosse a alternativa com o maior número de notas maiores, porque ao se observar rapidamente um esquema de sucessão ecológica presente em livros didáticos, uma das características evidentes é a substituição de espécies de uma fase para outra, como podemos verificar na figura 11. Entretanto, essa frase recebeu a segunda maior nota, o que não contraria totalmente o esperado.

Por fim, a alternativa menos importante para a maioria dos respondentes (Figura 13), tratou-se da F “outros”.

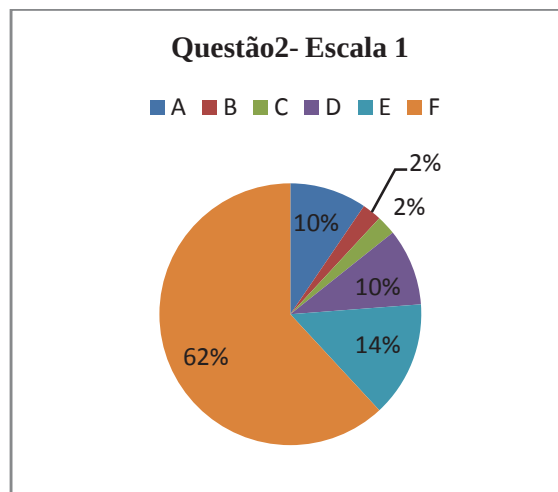


Figura 13: Respostas com menor grau de importância na questão 2.

Nesta afirmativa, foi pedido para que os respondentes escrevessem o que seria esses “outros” (Quadro4).

Escalas	Respostas	Categorias
1	Verificação das condições da comunidade.	Fatores influentes na comunidade
	Fatores abióticos.	Fatores influentes na comunidade
	Pioneirismo das espécies.	Características intrínsecas do organismo
	Aumento das espécies.	Quantidade de organismos
	Quantidade de seres vivos.	Quantidade de organismos
	Microorganismos.	Tipos de organismos
3	Interação da comunidade com o meio em que vive.	Fatores influentes na comunidade
4	Aparecimento de outras espécies.	Quantidade de organismos
5	Conscientização da população.	Social
6	Complexidade, mudança de hábito de vida, comunidade clímax.	Fatores influentes na comunidade/ Estabilidade da comunidade
	Estabilidade.	Estabilidade da comunidade

Quadro 4: Respostas dadas a frase “outros”.

Apenas 13 indivíduos responderam, sendo que dois expuseram o termo microorganismos.

3.4.2.3 Questão 3

Dos 42 alunos que responderam ao questionário, apenas 30 fizeram esquemas. Devido às ideias semelhantes, foi selecionado apenas um esquema que representasse a mesma concepção. Assim, utilizou-se 13 exemplos, que expressavam ideias diferentes sobre o processo sucessional, a seguir a apresentação de cada um deles e sua subsequente análise semiótica.

Na figura 14, pode-se perceber que o esquema representado trata-se de uma sucessão ecológica primária iniciada em uma rocha nua (pedra).

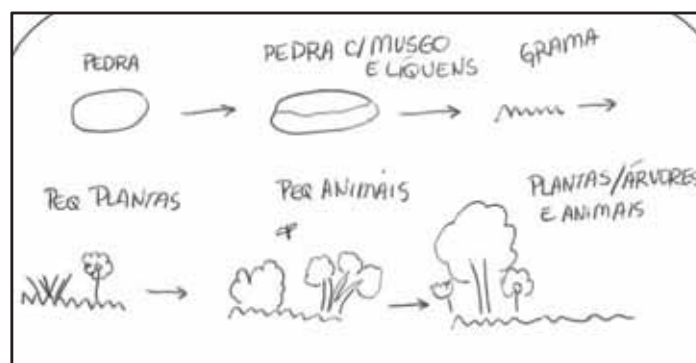


Figura 14: Esquema de sucessão ecológica-representação de uma sucessão primária iniciada em uma rocha nua.

A sequência sucessional demonstrada é muito semelhante à encontrada em diversos livros didáticos, inclusive nos aqui analisados. A novidade presente neste esquema em relação aos encontrados geralmente nos livros e apostilas, trata-se da inclusão dos animais. Nos manuais didáticos, quando ocorre a inserção desses seres vivos, na maioria das vezes, são nos esquemas de sucessão ecológica em lagos e não em esquemas como esse. Pode-se inferir que, talvez, o professor que ensinou o conceito de sucessão ecológica a esse aluno, preocupou-se em ir além do que estava explicitado nos livros didáticos. Uma informação importante contida nesse esquema trata-se da apresentada na última fase dessa figura. Nela, o respondente escreveu “plantas/árvores e animais”. Por meio desse dado, pode-se pensar que o aluno apresenta uma noção de clímax, necessariamente, arbóreo. Em relação à análise semiótica, verifica-se que as três

categorias estão contempladas no esquema, pois se observam a presença de substrato, propágulos e de continuidade, isto é, existe uma transformação de uma comunidade para outra. No entanto, a partir do esquema apresentado não podemos inferir se o aluno compreende que essa continuidade nas mudanças prossegue após a última fase desenhada.

Já no esquema da figura 15, o respondente representou uma sucessão secundária iniciada em um campo desmatado.

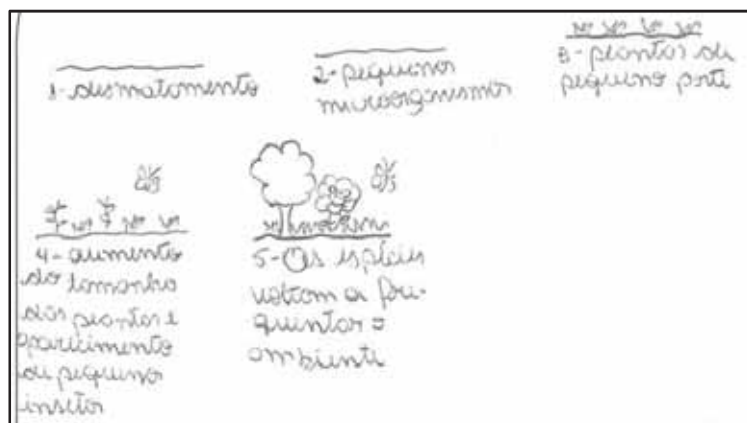


Figura 15: Esquema de sucessão ecológica- representação de uma sucessão secundária iniciada em uma área desmatada, com a participação de animais.

Em cada fase representada se nota um aumento do tamanho das plantas e animais, como se pode ver pela árvore e leão apresentado na fase 5, o que ressaltou uma concepção de aumento de tamanho dos organismos ao longo de um processo sucessional. Da mesma forma que na figura 14, este esquema representa um processo na fase da terceiridade. Porém, como também no esquema anterior, não é possível concluir se o respondente compreende que a continuidade presente ao longo das fases sucessionais persiste indefinidamente.

Na figura 16, pode-se observar um esquema de sucessão secundária iniciada também em uma área desmatada.

No entanto, não há presença de animais na figura, diferente do esquema anterior. Neste exemplo, a fase de clímax também foi representada por uma fisionomia arbórea.

Como nos dois casos anteriores esse esquema também se compõe em uma tríade completa, e igualmente não é seguro afirmar que o respondente compreenda a complexidade do dinamismo presente em comunidades ecológicas.

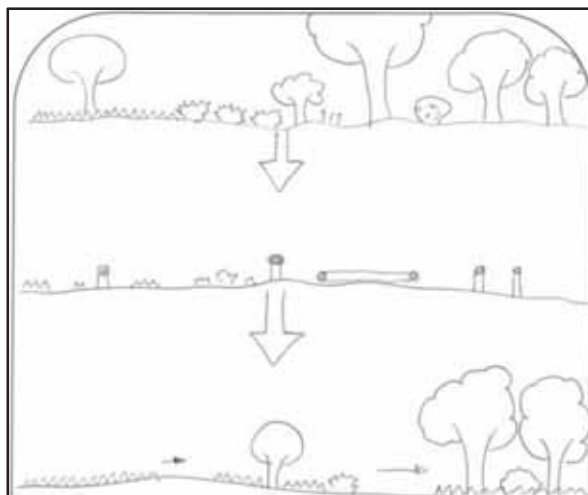


Figura 16: Esquema de sucessão ecológica- representação de uma sucessão secundária iniciada em uma área desmatada, sem a participação de animais.

No esquema da figura 17 foi representado um ciclo (seta em verde), no qual houve um aumento na complexidade e do número de indivíduos ao longo das fases.



Figura 17: Esquema de sucessão ecológica- ciclo entre aumento da complexidade na comunidade ao longo do tempo até a morte.

Fato que merece destaque foi a inclusão de animais, como os pássaros da fase 2. Esse esquema apresenta as três categorias semióticas propostas. No entanto, ao observarmos a seta apresentada, não podemos inferir se o respondente acredita que esse processo é contínuo, como realmente é um ciclo, ou se a continuidade expressa encerra-se no próprio esquema, não podendo ser extrapolada.

Na figura 18, apresentou-se um esquema cujo início foi representado por uma queda de meteoros que dizimou os seres vivos de uma área, desertificando-a.

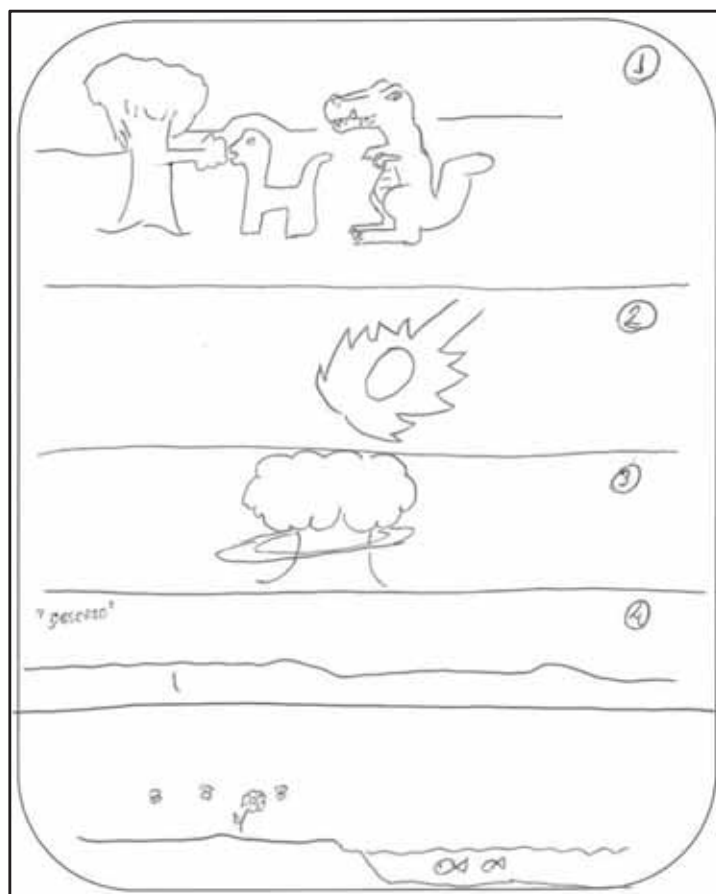


Figura 18: Esquema de sucessão ecológica- extinção da vida, desertificação, retorno da vida.

Após a fase de deserto foram representadas flores, borboletas e um lago com peixes. A partir do explicitado na figura, nota-se que o respondente apresenta uma noção razoável de sucessão ecológica e ainda demonstra que essa não ocorre somente nos tempos atuais, mas sim durante toda a história evolutiva da vida na terra, isto é, podemos classificar o esquema como um exemplo de sucessão ecológica que inclui a tríade substrato- fontes de propágulos- continuidade.

No esquema da figura 19, verificou-se que, para o respondente, sucessão ecológica corresponde à evolução do homem. Averigua-se então que a concepção de

sucessão desse aluno é totalmente distorcida, ou seja, aqui o signo torna-se degenerado⁸, isto é, a tríade não é formada, interrompendo o processo de semiose.

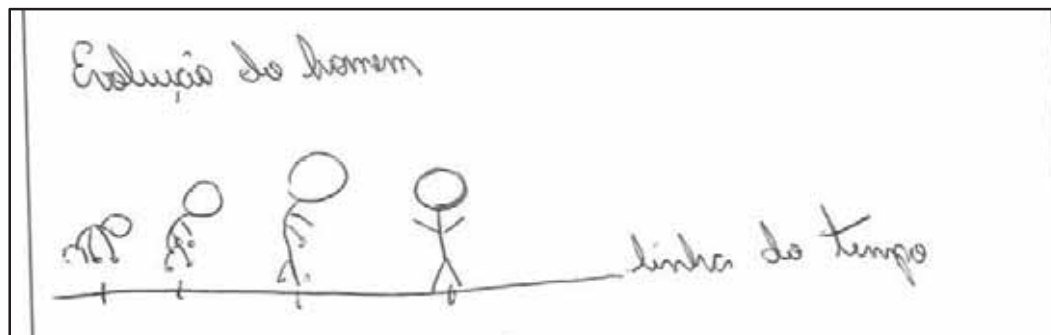


Figura 19: Esquema de sucessão ecológica- evolução do homem.

Já na figura 20, a concepção de sucessão ecológica apresentada referiu-se às adaptações das plantas ao meio.

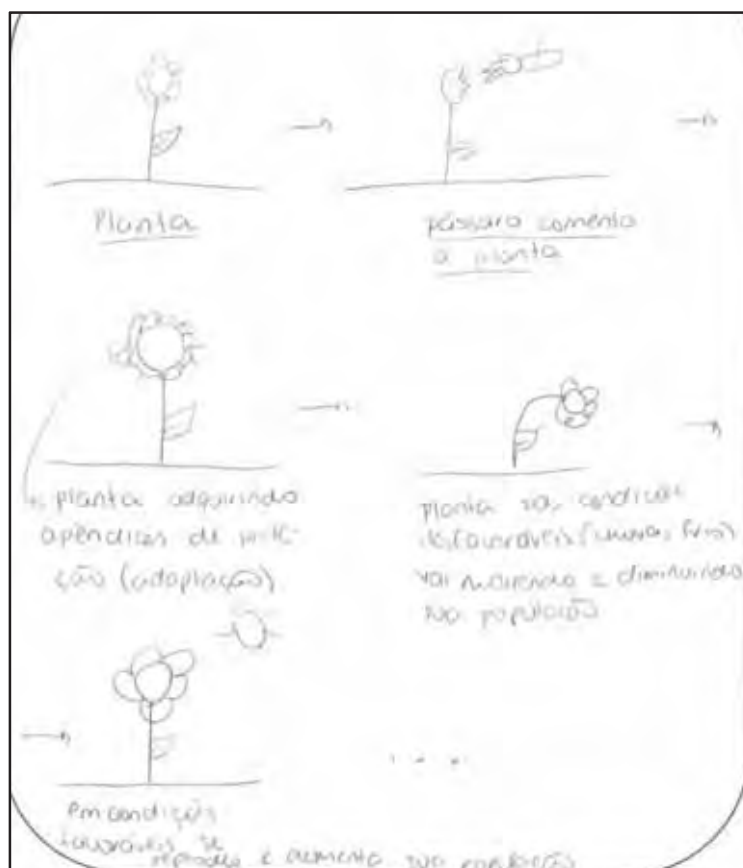


Figura 20: Esquema de sucessão ecológica- adaptação de uma espécie às condições ambientais.

⁸ Por “signos degenerados” entendemos as concepções distorcidas dos respondentes em relação ao conceito investigado. Assim, a compreensão de sucessão ecológica como correspondente a evolução dos seres humanos, impossibilita a formação de uma rede semiótica em relação ao signo pesquisado, interferindo na continuidade da semiose.

Segundo esse respondente, dependendo das condições do ambiente, as plantas morrem ou se reproduzem, isto é, a sua população aumenta ou diminui. Aqui novamente, pode-se verificar uma confusão entre o conceito perguntado e as ideias pertencentes aos conceitos evolutivos. Assim, o signo formado na figura 20 também é degenerado, por não possibilitar o entendimento do conceito investigado.

Já na figura 21, foi representado um processo de sucessão ecológica iniciado em um ambiente aquático. Com o passar do tempo, esse corpo d'água foi secando até se transformar em um ambiente terrestre colonizado por animais típicos desse espaço. O local apresentado assemelha-se a um deserto, pela ausência de vegetais e pela presença de animais característicos desse tipo de ambiente, como serpentes e escorpiões. Essa noção de clímax apresentado é interessante, pois mostra que o respondente acredita que ambientes desérticos possam estar nessa fase, diferentemente de muitos livros didáticos e apostilas que somente demonstram esse estágio como sendo, estritamente, arbóreo. Em relação à análise semiótica, verifica-se que esse respondente chegou ao nível da terceiridade, pois seu esquema chegou à categoria “continuidade”, isto é, o diagrama poderá gerar outro, garantindo a semiose.

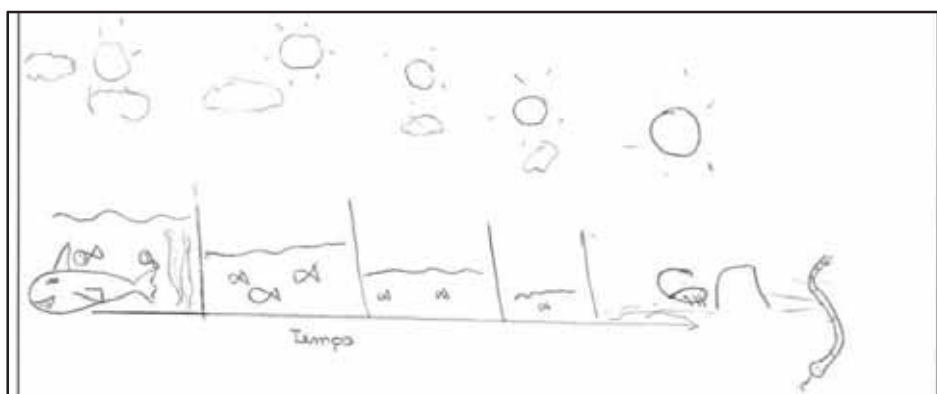


Figura 21: Esquema de sucessão ecológica- a água de um corpo d'água seca com o tempo, formando, posteriormente, um deserto.

No esquema da figura 22, observa-se o ciclo de vida de um vegetal, ou seja, foi representada uma planta desde sua germinação até a sua morte.

Aqui, pode-se perceber nitidamente uma confusão entre conceitos, não havendo desse modo a formação de um signo genuíno. O respondente pode saber que, uma palavra expressiva para sucessão, seja “mudança”, mas essa mudança não se relaciona a um único indivíduo, mas a um conjunto deles (comunidades).

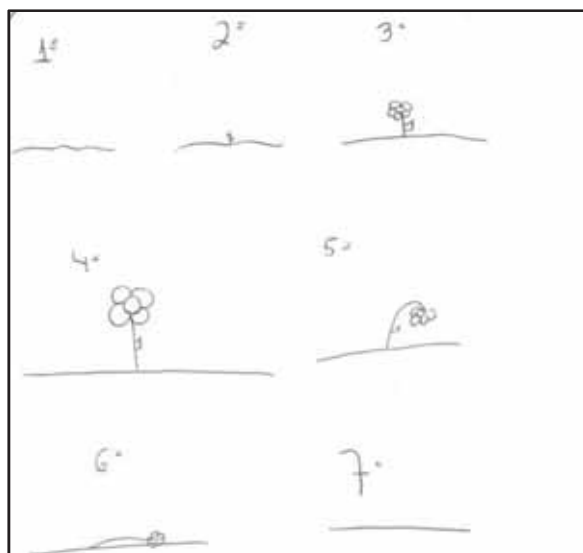


Figura 22: Esquema de sucessão ecológica- ciclo de vida de um vegetal.

Na figura 23, foi representada uma árvore cortada. A partir do explicitado não foi possível fazer inferências sobre a concepção de sucessão demonstrada por esse respondente, por falta de informações.

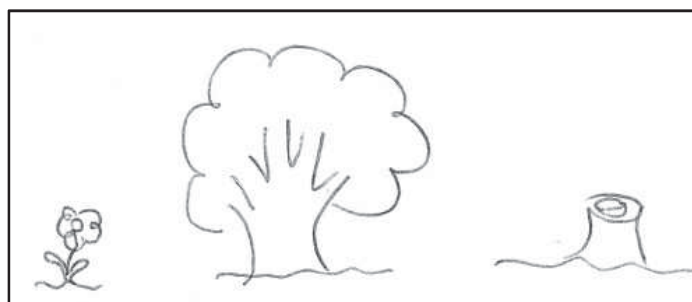


Figura 23: Esquema de sucessão ecológica- corte de árvore.

Já na figura 24, foi representado um processo de sucessão que, de acordo com o respondente, seria fortemente influenciado por fatores ambientais, aqui chamados de fatores de exposição. Assim, conforme o tipo ou incidência desses fatores, a comunidade tenderia a aumentar ou diminuir, ocorrendo uma substituição de espécies. Se relacionarmos esse esquema com o diagrama semiótico, só podemos caracterizá-lo como uma tríade completa, se considerarmos os fatores de exposição como sendo as fontes de propágulos. Por ser um esquema representado em ciclo, podemos inferir que a substituição de espécies levaria a continuidade do processo. Assim, esse esquema estaria no nível simbólico.

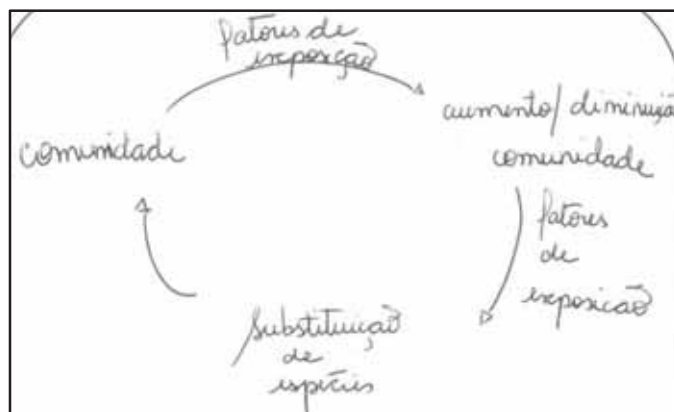


Figura 24: Esquema de sucessão ecológica- fatores de exposição e substituição de espécies.

Na figura 25, o respondente fez uma espécie de mapa conceitual a partir do conceito de comunidade, interligando-o a mudanças climáticas, sustentabilidade, natalidade e mortalidade, além de desenvolvimento científico e tecnológico. Por meio do que foi mencionado, chegou-se a conclusão de que o respondente desconhece o conceito de sucessão ecológica, pois, nenhuma das categorias propostas no diagrama semiótico foi apresentada.

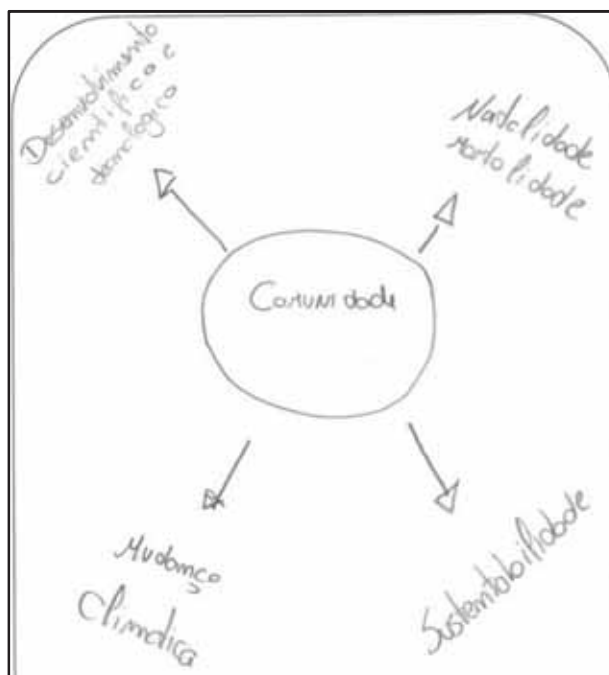


Figura 25: Esquema de sucessão ecológica- visão social.

Por fim, na figura 26, foram representados três animais que provavelmente se encontram em uma cadeia alimentar. Dessa forma, pode-se dizer que este se trata de um signo degenerado, pois o esquema apresentado não se relaciona ao conceito investigado.

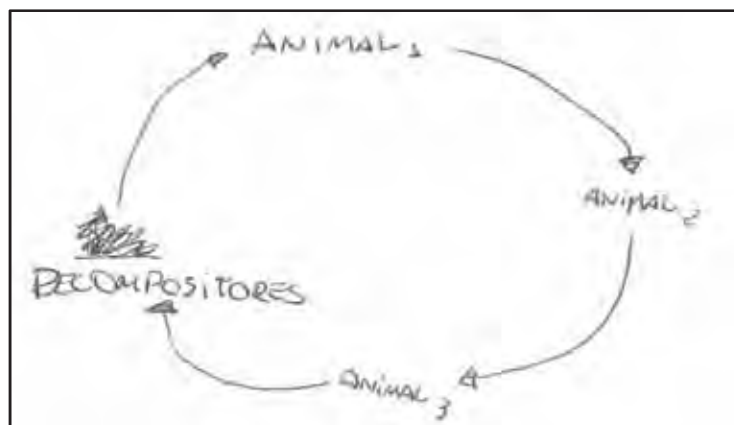


Figura 26: Esquema de sucessão ecológica-decomposição de animais.

3.4.2.4 Questão 4

Para esta questão, optou-se primeiramente pela representação percentual das alternativas (Quadro 5) em um gráfico (Figura 27). Cabe ressaltar, que os respondentes foram orientados de que poderiam escolher quantas alternativas acreditassem serem válidas para a resposta. Nessa questão, apenas 41 indivíduos responderam.

Alternativa
A Uma ilha oceânica em que acontecem grandes erupções, até que cheguem à inatividade.
B Uma árvore que cai no meio de uma floresta formando uma clareira.
C Uma grande área de floresta que é incendiada.
D Uma lagoa em transformação.

Quadro 5: Frases sobre o conceito de sucessão ecológica e suas letras correspondentes.

Ao serem indagados sobre quais situações poderiam corresponder a um ambiente que estaria passando por um processo sucessional, observou-se que as respostas foram distribuídas de forma bem aproximada (Figura 27). As alternativas (A) e (D) empataram com 29% das respostas, seguidas de (C) com 27% das respostas, e por fim (B) com 15% das respostas.

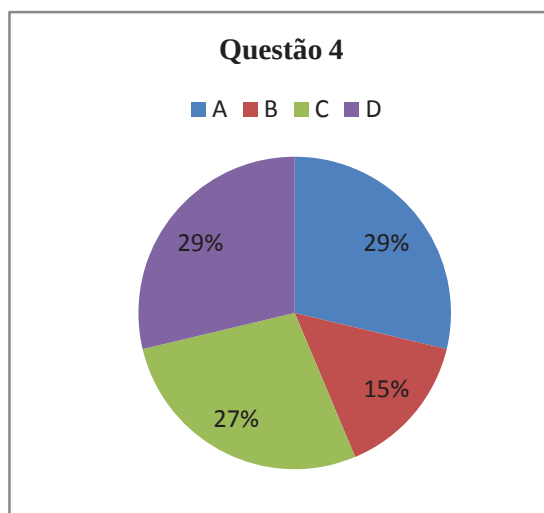


Figura 27: Porcentagem de respostas para cada alternativa da questão 4.

Para se esclarecer melhor o exposto nas respostas a esta questão, optou-se também em fazer uma análise que apresentasse, em conjunto, os blocos de respostas, ou seja, aqui se visou mostrar como realmente esta questão foi respondida por cada um dos indivíduos (Figura 28).

Cabe ressaltar que o esperado era que os respondentes assinalassem todas as alternativas. No entanto, apenas sete alunos (aproximadamente 17%) marcaram todas as opções. Cinco alunos responderam as frases (A)(D), mesmo número de respondentes que marcaram apenas (A), isto é, aproximadamente 12% dos respondentes para cada uma dessas duas situações. Quatro respondentes assinalaram apenas (C), quatro apenas (D), outros quatro (A)(C) e, mais quatro (C)(D), ou seja, aproximadamente 9,7% de indivíduos para cada uma dessas quatro circunstâncias. Já as frases (A)(C)(D) foram marcadas concomitantemente por três alunos, isto é, aproximadamente 7,3% dos respondentes. Dois alunos responderam apenas (B) e outros dois alunos assinalaram (B)(D), o que corresponde a aproximadamente 4,9% em cada uma dessas duas situações. Finalmente, um aluno marcou (B)(C)(D), aproximadamente 2,4% dos respondentes.

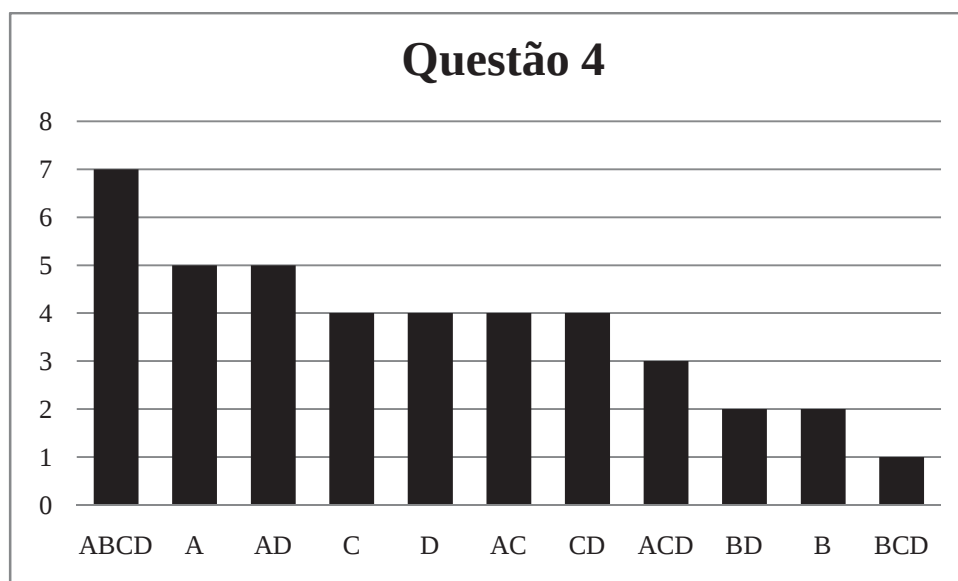


Figura 28: Bloco de respostas obtidas na questão 4.

De forma geral, pelos dados expostos neste tópico, pode-se conjecturar que as alternativas (A) e (D), respectivamente, “uma ilha oceânica em que acontecem grandes erupções vulcânicas, até que cheguem à inatividade” e “uma lagoa em transformação” foram as alternativas que os respondentes acreditavam se aproximarem de um ambiente onde esteja ocorrendo uma sucessão. No entanto, a frase (C) “uma grande área de floresta que é incendiada” aproximou-se muito das anteriores. Pode-se pensar que esse “empate” entre as três ocorra, pois esses exemplos são muito veiculados nos livros didáticos e apostilas, como foi relatado na análise a esses materiais. Já a alternativa (B), contou com um número menor de escolhas, fato que pode estar relacionado à ausência de utilização desse modelo, pelo menos nos livros analisados. Cabe ressaltar que a queda de uma árvore em uma floresta, trata-se de um evento muito frequente, tanto pela morte natural desses organismos, quanto pela influência de fatores externos, como a ação antrópica ou uma tempestade. Assim, a utilização desse exemplo pelos manuais didáticos, poderia ser uma maneira de aproximar os alunos do processo sucessional.

3.4.2.5 Questão 5

Para esta questão, foram escolhidas cinco imagens que representam cinco biomas diferentes: cerrado, deserto, floresta ombrófila densa, tundra e caatinga (Quadro 6). Os respondentes deveriam escolher, entre essas opções, aquelas que eles acreditavam

corresponder a ambientes que poderiam estar na fase de clímax. Inseriu-se esta questão com o intuito de verificarmos a relação entre biomassa e clímax.

Alternativas	
A	Campo Cerrado
B	Deserto
C	Floresta Ombrófila Densa
D	Tundra
E	Caatinga

Quadro 6: Opções de biomas que poderiam estar na fase de clímax.

A fim de que obtivéssemos uma análise abrangente, as respostas foram analisadas tanto percentualmente, em relação a cada alternativa (Figura 29), quanto pela formação de blocos de respostas (Figura 30). Por meio da análise percentual, verificou-se que quatro imagens, sejam elas, A, B, D e E foram escolhidas em frequências quase que equivalentes. No entanto, a imagem C ficou isolada com 32% das indicações. Em ordem decrescente de escolhas, obteve-se esta escala: C>A>D>B>E.

Observando-se a figura 30, evidencia-se que apenas quatro dos 42 respondentes assinalaram todas as alternativas, um número muito abaixo do esperado, visto que a escolha de todas as alternativas seria o ideal, pois, diferente do apontado por alguns livros didáticos, clímax não é sinônimo de comunidades arbóreas.

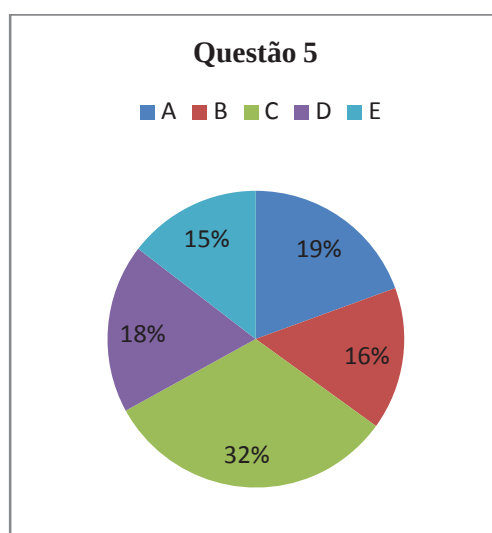


Figura 29: Porcentagem de respostas para cada alternativa da questão 5.

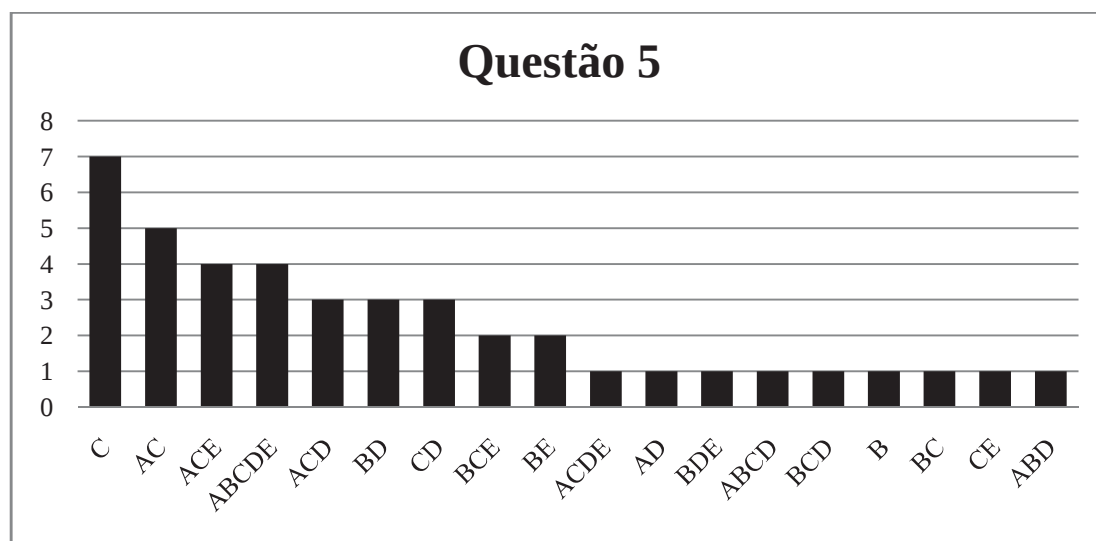


Figura 30: Bloco de respostas obtidas na questão 5.

3.4.2.6 Questão 6

Nesta questão foram apresentados cinco esquemas ilustrativos presentes em livros didáticos e apostilas. Perguntou-se aos respondentes, quais dos modelos melhor representariam o fenômeno sucessional. As respostas deles foram transpostas nos três gráficos seguintes (Figuras 31, 32 e 33).

Ao analisarmos os gráficos, verificou-se que os esquemas mais bem qualificados pelos respondentes corresponderam ao A e ao C, respectivamente, o esquema de sucessão secundária iniciado em um campo abandonado até o estabelecimento de uma comunidade clímax florestal e o esquema de sucessão primária principiado em uma rocha nua até a formação de uma comunidade climácica arbórea, empatados com 27% das respostas no gráfico “usaria com certeza” (Figura 33). Quando esses dados foram relacionados às informações do gráfico “não usaria” (Figura 31), percebeu-se que a preferência continuou a mesma, visto que essas alternativas apresentaram as frequências mais baixas de respostas, 5% e 8%, respectivamente.

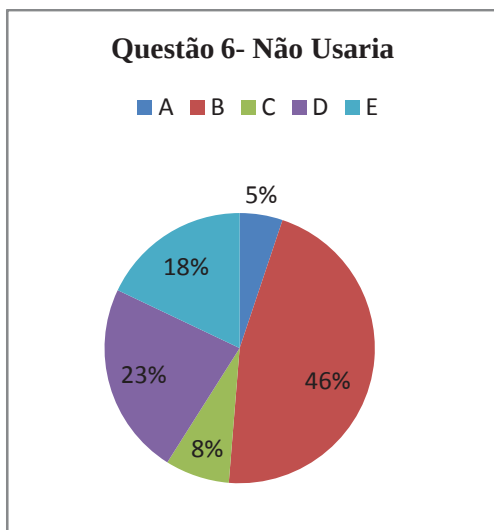


Figura 31: Porcentagem de respostas- não usaria- para cada alternativa da questão 6.

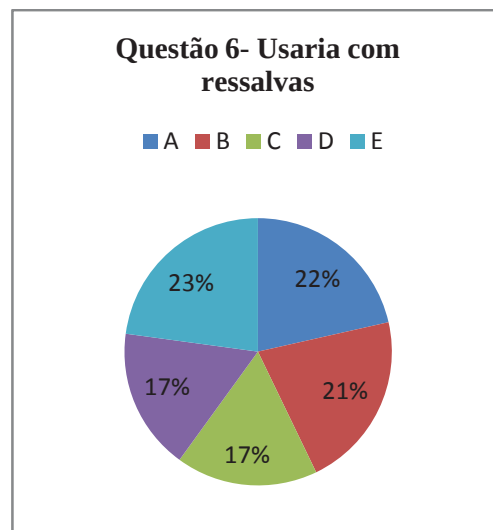


Figura 32: Porcentagem de respostas- usaria com ressalvas- para cada alternativa da questão 6.

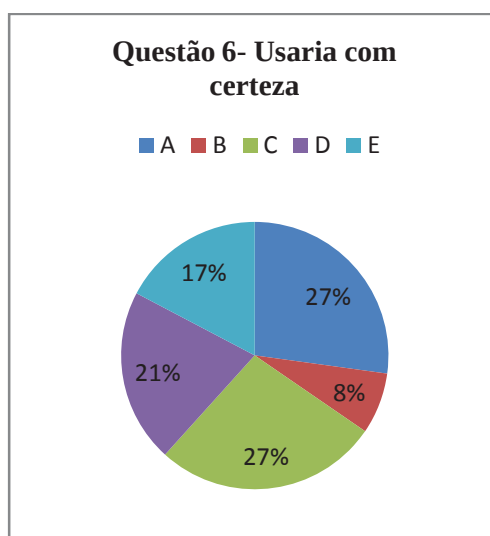


Figura 33: Porcentagem de respostas- usaria com certeza- para cada alternativa da questão 6.

Já a opção preterida pelos respondentes foi, claramente, a B (sucessão primária em uma duna) que, no gráfico “usaria com certeza”, recebeu apenas 8% das indicações e, no gráfico “não usaria”, recebeu 46% das respostas.

Quanto ao gráfico “usaria com ressalvas” (Figura 32) verificou-se um número aproximado de respostas.

Enfim, esses dados parecem estar em conformidade ao apresentado em muitos livros didáticos e apostilas, visto que nesses materiais predominam os esquemas mais indicados.

3.5 Análise das respostas dos alunos à entrevista

Do universo de 42 respondentes, apenas dois se prontificaram a participar da entrevista. Para análise dessas entrevistas, optou-se por fazer um paralelo entre as respostas dos dois participantes, aqui chamados de E-1 e E-2. Vale frisar que, respeitou-se a oralidade de cada um, portanto, o texto será apresentado acatando-se na íntegra a fala dos entrevistados. A seguir a análise será apresentada.

Os dois entrevistados são oriundos de sistemas particulares de ensino. Um respondeu ter frequentado um curso preparatório para vestibulares anteriormente à universidade, enquanto o outro teria ingressado na graduação logo que terminou o Ensino Médio.

Em relação ao contato inicial com o conceito, um relatou ter ouvido o termo no 1º ano do Ensino Médio, enquanto, o outro respondeu que não se lembrava de ter estudado o conceito na escola, talvez apenas no cursinho pré-vestibular.

Quando indagados a respeito de uma definição sobre o conceito de sucessão ecológica, as respostas foram as seguintes:

E-1: Eu falaria que sucessão ecológica é uma série de transformações na natureza que ocorre com os animais e os seres abióticos e bióticos e que podem interferir na relação de um com o outro.

E-2: Eu não sei se sei muito bem o que é sucessão ecológica, mas, eu acho que são, as mudanças que vão ocorrendo no ambiente, daquele determinado sistema, bem, eu acho que é isso.

A partir do explicitado, pode-se observar primeiramente que E-1, não demonstrou possuir uma visão clara sobre a definição de fatores abióticos, pois fez referência a “seres abióticos”. Excetuando-se esse fato, infere-se que E-1 possui uma noção interessante sobre o conceito de sucessão, porque o trata como uma “série de transformações”, fato que não foge do aceito pelos pesquisadores da área. Comparando esta definição à encontrada nos livros didáticos, E-1 inclusive, insere uma ‘novidade’ ao fazer referência à presença de animais no processo, fato pouco relatado nos livros.

Já E-2 relatou *a priori* que não possuía certeza sobre o que seria o fenômeno. No entanto, explicou que seriam as mudanças ocorridas em um ambiente. De uma maneira geral, sucessão trata sim das mudanças ocorridas no ambiente, todavia, temos que olhar com cuidado essa definição, pois não há uma explicação de quais mudanças seriam essas. Analisando-se essa entrevista como um todo, foi observado que esse entrevistado confunde o conceito de sucessão ecológica com o de evolução biológica, fato que será explicitado posteriormente.

Em relação à indagação sobre os ambientes climáticos, ressalta-se que nenhum dos entrevistados disse que todas as cinco imagens representariam ambientes nesse estágio. Para E-1 uma comunidade climática seria representada pela imagem da floresta ombrófila densa, pois comunidade clímax lembrava um ambiente com inúmeras árvores: “pra mim o clímax é o máximo de vegetação... Não lembro muito bem... E tá cheio de árvores, cheio de coisas... Achei que fosse por isso [falando da Amazônia]”. A fim de que se pudesse compreender melhor a ideia desse respondente, foi perguntado por qual razão ele acreditava que a tundra ou o deserto não poderiam estar na fase de clímax.

E-1: Eu acho que cada um tem seu estilo, seu tipo de clímax, né! Por isso que confunde... Eu acho que o cerrado não seria, por que dá pra ter mais [apontando as árvores da figura], só que com a seca impede de ter... A caatinga também, a tundra é muito frio, só tem aquela vegetação gramínea, eu acho que isso poderia ser clímax também, mas como não sei muito sobre o assunto, só vou falar esse aqui [apontando a figura C] acho que... E o deserto por que tem pouca [referindo-se a árvores] sei lá...

Diante do narrado, verifica-se que E-1 apresenta algumas distorções acerca do conceito pesquisado. No entanto, na frase “eu acho que cada um tem seu estilo, seu tipo de clímax, né”, o entrevistado demonstra que tem noção de que os outros ambientes poderiam ser climáticos, mas, como não tem argumentos suficientes, prefere apostar na alternativa C (Floresta Amazônica).

Ainda nesta questão, o entrevistado E-2 compartilhou uma opinião diferente. Para ele, o único ambiente climático seria o deserto:

E-2: Eu acho que a letra B, o deserto. Por que pelo que eu entendo como comunidade clímax, é aquelas que tão vivendo numa situação bem diferente... Como posso me expressar... Bem... Eu penso que uma comunidade clímax é aquela que está vivendo uma situação bem extrema, assim. Não sei se é isso, mas eu entendo isso.

A escolha da imagem do deserto era a resposta menos esperada dentre as demais, pois a tendência seria a escolha de ambientes mais arborizados, como aconteceu com E-1. A fim de se entender o porquê desta resposta, deve-se pensar na entrevista

como um todo, visto que após a leitura completa, ficou evidente que E-2 desconhecia o significado de clímax.

Quando se indagou sobre a existência de conceitos que poderiam ser relacionados ao de sucessão, as respostas foram as seguintes:

E-1: Não tô lembrando... Cadeia alimentar essas coisas... Eu acho que interfere. Porque, conforme vai ocorrendo fenômenos da natureza, sei lá, pouca água, as plantas podem morrer desidratadas e os animais que comem as plantas, também podem morrer, porque as plantas morreram. Isso pode ocorrer na sucessão.

E-2: Eu creio que sim... Deixa eu ver como... Ah, tipo, como eu falei anteriormente, qualquer evento que possa alterar, então, até mesmo a morte de vários indivíduos por algum vírus, eu posso já... Direcionar eles para falar sobre vírus. Bem, eu entendo assim. Pode ser também relacionado ao homem, tipo, ao invés de poluição, posso entrar nessa área, tem indivíduos morrendo por causa disso.

De acordo com E-1, o conceito de cadeia alimentar poderia ser relacionado ao de sucessão, no caso de uma aula. De fato, ao voltarmos para a história da construção do conceito de sucessão ecológica, relate-se que uma das razões desse assunto ter sido discutido, principalmente à luz da botânica, relaciona-se à cadeia alimentar dos seres vivos, pois na maioria das comunidades são os vegetais que suportam a base da cadeia. Desse modo, os vegetais possuiriam uma forte influência sobre toda a comunidade.

Para E-2, o conceito de sucessão poderia ser relacionado com o de morte de indivíduos. Esse paralelo foi interessante, visto que para que ocorra sucessão, em alguma medida deve existir substituição de algumas espécies por outras. Assim, a morte seria uma das possíveis maneiras que propiciariam a colonização do ambiente por outros seres.

Uma pergunta que também foi levantada durante a entrevista, tratou das dificuldades que os entrevistados possuíam sobre o tema e como seria dar uma aula sobre o assunto:

E-1: Seria iniciar a aula [*referindo-se a dificuldade maior*], porque o termo já é uma palavra meio medonha para algumas pessoas... Então o que as pessoas entendem por sucessão, que é suceder algo que veio já antes, isso começaria a complicar.

E-2: Então, talvez seja fazer os alunos entenderem que as espécies não são imutáveis... Então, dependendo do fator que está agindo sobre aquele ambiente, ela pode mudar ou não. Então, eu acho que isso talvez seja o mais difícil... por que a gente fala, ah cachorro... Então o cachorro é o cachorro, tipo, nunca vai mudar. Ah, então, eu tinha essa ideia quando era menor, talvez pra mim isso seja o mais difícil pra passar para os alunos, no caso.

Para E-1 o primeiro entrave para se ensinar sucessão ecológica estaria relacionado ao termo, o qual foi considerado muito complicado.

Já, para E-2, a dificuldade residiria em explicar o caráter imutável dos seres vivos. Foi nesse momento que E-2 demonstrou realmente não saber o significado do conceito de sucessão ecológica. No trecho que se segue, essa distorção fica mais clara:

E-2: Ah, então a mudança não é rápida. Não acontece do dia para noite. Mas, querendo ou não, se a gente for ver, daqui cem milhão de anos, os cachorros não terão mais essa forma que eles tem atualmente. Então, pra mim pelo menos isso foi difícil entender... As coisas mudam. **Quanto tempo demora para uma espécie virar outra**, entendeu?

Ao se analisar o trecho ressaltado em negrito, evidencia-se a confusão conceitual entre sucessão ecológica e evolução biológica.

Finalmente, a última questão referia-se a uma possível sequência didática que deveria ser pensada pelos entrevistados.

E-1 argumentou que seria interessante mostrar situações opostas de preservação ambiental para instigar a curiosidade dos alunos. Consequentemente, apresentaria imagens de ambientes ora degradados, ora preservados, fazendo-se uma contraposição que poderia auxiliar inclusive, na inserção de questões relacionadas à influência do homem na biosfera:

E-1: Ai eu colocaria uma transformação de um ambiente, mostraria fotos com ambientes cheios de árvores e vazios... Sabe, aquelas fotos que mostram a degradação do ambiente? Tá cheio de árvores, daí acontece um incêndio... Ai vai diminuindo e ai vou explicando porquê, aí vou relacionando com os animais, com o homem, com a situação do meio ambiente, com o aquecimento global.

Por outro lado, E-2 considerou outra estratégia para instigar a curiosidade de seus futuros alunos: a visita a ambientes naturais.

E-2: Primeiro, eu tentaria levá-los a campo. Mostrar um lugar, diferente do cotidiano deles, pra eles verem que os lugares na Terra não são iguais. Talvez seria mais legal levar eles a um lugar *[referindo-se a ambientes naturais]* parecido com um que tenha acontecido algum desastre.

Diante dos depoimentos, infere-se que ambos os entrevistados apresentaram distorções conceituais. É alarmante a confusão entre o conceito de sucessão ecológica e o de evolução biológica. É claro que o processo sucessional está fortemente ligado ao fenômeno evolutivo, visto que as características genéticas de cada indivíduo e a coevolução entre os organismos e o ambiente, influenciam os rumos da sucessão. Apesar disso, não podemos classificá-los como sinônimos, porque cada um desses conceitos apresenta muitas peculiaridades.

Conclui-se que, embora haja preocupação em relação a alguns equívocos, não podemos fazer maiores extrapolações das respostas devido ao baixo número de entrevistados.

“A vegetação terrestre é parte de uma teia de vida em que existem relações íntimas e essenciais entre as plantas e a Terra, entre as plantas e outras plantas, entre as plantas e os animais. Às vezes não temos escolha, e somos forçados a perturbar essas relações, mas devemos fazê-lo com cuidado, com plena consciência de que o que fazemos pode ter consequências distantes no tempo e no espaço.”

Rachel Carson (1907- 1964)

4. Considerações finais

A compreensão do conceito de sucessão ecológica mostra-se fundamental para o entendimento de algumas problemáticas ambientais, tais como, conservação dos ecossistemas e restauração de áreas degradadas. Entretanto, apesar da importância desse conceito, ressalta-se que muitas vezes, seu ensino acaba por esbarrar em alguns obstáculos conceituais.

Diante disso, buscou-se neste trabalho, pesquisar alguns desses obstáculos. Assim, após a discussão dos resultados obtidos, foi possível chegar a algumas conclusões que serão sucessivamente explicitadas.

Primeiramente conclui-se que existe uma forte relação entre as concepções dos respondentes e o apresentado nos livros didáticos e apostilas, sendo necessário, portanto uma revisão na qualidade desses recursos didáticos, como apontado em outras pesquisas.

A transposição dos conhecimentos oriundos de trabalhos científicos para os livros didáticos caracterizou-se como reducionista e simplista. Muitos saberes necessários para a formação desse conceito, como por exemplo, os fatores tempo e espaço, foram tratados de maneira uniforme entre os arquétipos apresentados, produzindo a impressão de que todos os processos sucessionais ocorreriam segundo modelos determinados. A utilização recorrente dos mesmos exemplos e esquemas ilustrativos, não propicia uma compreensão holística sobre o fenômeno. Alguns exemplos maciçamente utilizados podem inclusive levar a um entendimento distorcido do processo, fazendo com que os alunos possam confundi-lo com um conceito distinto, como ciclo de vida. Ao analisarmos alguns modelos, deparamo-nos com uma linha de tempo que segmentava o processo sucessional em fases de forma estanque e linear, e com uma uniformidade de seres vivos contidos em cada uma, oferecendo a noção de um tempo descontínuo imobilizado; bem como, muitas vezes encontramos o fenômeno apresentado de maneira artificial, homogênea e mecânica, condição que não se apóia no que ocorre nas comunidades.

Uma concepção recorrente tanto nos livros didáticos analisados, quanto nas respostas dadas aos questionários, refere-se à ideia de clímax estático. Encontramos inúmeras vezes menções a essa característica. Contudo, sabe-se que as comunidades se transformam a todo o momento, seja micro ou macroscopicamente. Assim, defender que ao atingir a fase de clímax as comunidades não mais se modificariam seria um engano. Mesmo quando uma comunidade apresenta majoritariamente em sua

constituição espécies ditas como tardias em um processo sucessional, é certo que mudanças continuarão ocorrendo, seja pela morte natural de indivíduos, seja pela entrada de sementes alóctones, enfim, entender o clímax, como final ou apogeu, vai de encontro ao conceito de sucessão ecológica, definido de maneira concisa como o processo de substituição de espécies em uma comunidade. Ainda discutindo-se o clímax, ressalta-se uma forte tendência em se associar esse estágio às paisagens que representam ecossistemas com grande biomassa e diversidade de formas, como a Floresta Amazônica. Ambientes caracterizados por uma fisionomia menos arbórea comparados às florestas tropicais, geralmente são vistos como uma das “etapas” iniciais de um processo sucessional. Assim, conforme esse raciocínio, ambientes desérticos evoluiriam até uma floresta. Esquece-se muitas vezes que a vegetação de uma região é influenciada, entre outros fatores, pelas características climáticas e edáficas de cada local. Desse modo, dizer que todas as regiões da Terra, resguardadas as características atuais, tais como posição de continentes e oceanos, futuramente abrigarão apenas florestas não é condizente.

Tratando-se da atividade humana nas comunidades, ressalta-se praticamente a inexistência de discussões. Porém, sabe-se que os humanos, uma das espécies que compõem a biosfera, modificam constantemente o seu ambiente. Assim, compreender a nossa atuação nos processos sucessionais seria interessante, pois poderia levar a reflexão sobre as nossas atitudes em situações como a introdução de espécies exóticas em um determinado local, o que poderia alterar a dinâmica da comunidade anteriormente existente.

Em relação à presença de uma perspectiva histórico-filosófica para se abordar o conceito, ressalta-se que o mesmo vem sendo alvo de vigorosas discussões em nível acadêmico há muitos anos, como podemos comprovar em alguns trabalhos datados do final do século XIX e início do XX, tais como os escritos por Cowles (1899), Clements (1916) e Gleason (1926). Nos manuais didáticos analisados ficou evidente a predileção pelas teorias deterministas de Clements em detrimento das teorias probabilísticas de Gleason.

Desde a gênese desses debates ocorreu uma dominância em relação às teorias clementsianas. Essa predileção histórica pode ter acontecido, pois as proposições de Clements estavam contidas em uma grande teoria, fato que era visto como muito importante na época. Naquele momento os ecólogos buscavam uma teoria que

unificasse a Ecologia, uma teoria que respondesse todas ou a maioria de suas indagações. As teorias de Gleason em contrapartida defendiam a dificuldade de prevermos como se desenvolverão os fenômenos naturais, devido ao intrincado conjunto de fatores e relações necessários para que esses processos ocorram, sem contar é claro o papel do acaso. Suas teorias não procuravam uma verdade única, encaixadas a qualquer custo em um grande arcabouço conceitual. No entanto, devido ao contexto científico da época, que procurava enquadrar todas as ciências em uma metodologia mecanicista, as ideias de Clements foram reverenciadas e as de Gleason esquecidas. Todavia, se aceita atualmente a perspectiva gleasoniana como a que mais se aproximaria da realidade.

Ao elaborarmos o diagrama semiótico com as categorias da sucessão ecológica, encontramos os pontos necessários e indispensáveis para que o fenômeno sucessional ocorra: substrato, fontes de propágulos e continuidade. Esse diagrama poderia auxiliar no entendimento do processo como um todo, diferentemente de alguns modelos apresentados nos livros didáticos que pelo fato de determinarem o espaço, o tempo, e os indivíduos participantes do fenômeno, direcionam o pensamento para poucos exemplos.

O modelo proposto nesta pesquisa, ao contrário, ao não enfocar esses fatores, abre espaço para a reflexão, pois não limita o processo, oferecendo diferentes possibilidades. Assim, por meio dele, os alunos poderiam pensar em exemplos de sucessões que ocorrem em pequenos espaços, como as que acontecem em folhas pertencentes à serapilheira e os seus microorganismos, ou a sucessão que se efetua após a morte de uma árvore em uma floresta, ou a sucessão de animais em um costão rochoso, ou ainda, poderia pensar em sucessões ecológicas em espaços geográficos maiores, como a sucessão que ocorre após a incidência de fogo nas savanas, por fim, até mesmo os famosos exemplos de sucessões iniciadas em uma rocha nua, sejam pelo retraimento de geleiras ou pela ação vulcânica, poderiam ser lembrados. Portanto, a inserção desse diagrama nas discussões sobre o conceito de sucessão ecológica, poderia contribuir para a diminuição de algumas distorções.

Além disso, o modelo proposto possibilitou a análise dos esquemas elaborados pelos respondentes. Por meio dele, foi possível compreender que a maioria dos participantes desta pesquisa entende que no processo sucessional, um fator indispensável é a continuidade. Entretanto, no geral, a continuidade expressa pelos respondentes referia-se aquela entre as fases demonstradas em seus esquemas e não as

mudanças que ocorrem a todo o momento nas comunidades. Um dos motivos possíveis que pode ter levado os graduandos a essa compreensão, talvez se refira ao fato de que dificilmente os alunos na Educação Básica experienciaram o processo sucessional. Perceber um fenômeno e depois confrontá-lo com outros signos, montando categorias do pensar, isto é, transformar nossas experiências em objetos de conhecimento, trata-se de processos importantes para o nosso aprendizado sob o ponto de vista da semiótica. Porém, muitas vezes, essa desejável experiência importante para a melhor compreensão de alguns conceitos científicos, não acontece.

Finalmente, por meio das discussões realizadas ao longo deste trabalho, principalmente no que tange a transposição didática, ressalta-se que os saberes ensinados sejam aqueles que façam a diferença para a vida dos estudantes, tendo em vista um ensino que objetive a cidadania, problematizando e contextualizando os conceitos ecológicos, isto é, tratando-os, como importantes instrumentos para a compreensão da dinâmica das comunidades.

“O mestre disse a um dos seus alunos: Yu, queres saber em que consiste o conhecimento? Consiste em ter consciência tanto de conhecer uma coisa quanto de não a conhecer. Este é o conhecimento.”

Confúcio (551 a.C. - 479 a.C.)

Referências Bibliográficas

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

BAPTISTA, M.N.; CAMPOS, D.C. **Metodologias de pesquisa em ciências: análise qualitativa e quantitativa**. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 299 p.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977.

BASTOS, F.; NARDI, R.; DINIZ, R.E.S.; CALDEIRA, A.M.A. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem de Ciências: revisitando os debates sobre construtivismo. **In:** BASTOS, F.; NARDI, R.; DINIZ, R.E.S. (Orgs.). **Pesquisas em ensino de ciências: Contribuições para a formação de professores**. São Paulo, Escrituras, p. 9-55, 2004.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a Ecossistemas**. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

BELLINI, L. M. Avaliação do conceito de evolução nos livros didáticos. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 17, n. 33, jan./abr. 2006.

BIZZO, N. M. V. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em Aberto**, Brasília, ano 11, nº 55, p. 29-35, jul./set. 1992.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora. 1994.

BRANDO, F.R. **Proposta didática para o ensino médio de Biologia: as relações ecológicas no cerrado**. 2010. 217f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio- Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. 58 p.

_____. Portaria, n. 501, de 14 de fevereiro de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de fev. 2006. Seção 1. Edição nº 33. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/port501_pnlem.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2011.

CALDEIRA, A.M.A. **Semiótica e relação pensamento e linguagem no ensino de ciências naturais**. 2005. 175f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

CARNEIRO, M. A. B. **A transposição didática e os conteúdos de meio ambiente e educação ambiental em áreas de manguezais na 4ª série do ensino fundamental**. 2009. 182f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

CARVALHO, G.S. A transposição didática e o ensino da biologia. **In: CALDEIRA, A.M.A. ; ARAÚJO, E.S.N.N.(Orgs.) Introdução à Didática da Biologia** (p. 34-57). São Paulo: Escrituras, 2009.

CHEVALLARD, Y. **La Transposicion Didáctica: del Saber Sabio al Saber Enseñado**. Argentina: Editora Aique, 1991.

CLÉMENT, P. Science et idéologie: exemples en didactique et épistémologie de La biologie. **Actes du colloque Science- Médias- Société**. Lyon, ENS-LSH, 2004.

CLEMENTS, F.E. **Plant Succession: an analysis of the development of vegetation**. Washington D.C.: Carnegie Institution of Washington, 1916.

_____. Nature and structure of the climax. **Journal of Ecology**, v. 24, n. 1, p. 252-284, 1936.

CONNELL, J. H; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist**, v. 111, n. 982, p. 1119-1144, 1977.

COWLES, H. C. The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan. **The Botanical Gazette**, v.27, p. 95-117, 167-202, 281-308, 361-391, 1899.

DAJOZ, R. **Princípios de ecologia**. 7º ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 520 p.

EL-HANI, C.N.; BIZZO, N. M. V. Formas de construtivismo: mudança conceitual e construtivismo contextual. **Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte- MG, v. 4, n. 1, p. 1-25, 2002.

FERNANDEZ, F.A.S. Prefácio- Subindo no ombro de gigantes: os heróis da fascinante aventura intelectual de uma ciência chamada ecologia, p. 9-17. **In:** PETRY, A. C.; PELICICE, F. M.; BELLINI, L. M. (orgs.). **Ecólogos e suas histórias: um olhar sobre a construção das idéias ecológicas**. Maringá: Eduem, 2010.

FREITAS, D. S.; BRUZZO, C. As imagens nos livros didáticos de biologia. **In:** Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2, 1999, Valinhos. **Resumos**. São Paulo: ABRAPEC, 1999. CD - ROM.

GIL FLORES, J. **Análisis de datos cualitativos: aplicaciones a la investigación educativa**. Barcelona: PPU, 1994.

GLEASON, H.A. The structure and development of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.44, n. 10, p. 463-481, 1917.

_____. The individualistic concept of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 53, p. 7-26, 1926.

_____. Further views on the succession: concept. **Ecology**, v. 8, n. 3, p. 299-326, 1927.

IBARRA MURILLO, J.; GIL QUÍLEZ, M. J. Uso del concepto de sucesión ecológica por alumnos de secundaria: la predicción de los cambios em los ecosistemas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.27, n.1, p.19-32, 2009.

JOHNSON, E.A. Succession an unfinished revolution. **Ecology**, v. 60, n. 238-240, 1977.

KAWASAKI, C. S.; EL-HANI, C. N. Uma análise das definições de vida encontradas em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Coletânea do VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**, 2002.

KINGSLAND, S. E. Defining ecology as a science. **In:** REAL, L. A.; BROWN, J. H. (eds.). **Foundational of Ecology:** Classic papers with commentaries (p.1-13). Editors-The University of Chicago Press, 1991.

LAMBAIS, M. R. ; CROWLEY, D. E.; CURY, J. C.; BULL, R. C.; RODRIGUES, R. R. Bacterial Diversity in Tree Canopies of the Atlantic Forest. **Science**, EUA, v. 312, p. 1917-1934, 2006.

LEITE, M. S. **Contribuições de Basil Berstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar**. 2004. 131f. Dissertação (Mestrado em Educação). Rio de Janeiro, PUC, 2004.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária LTDA, 1988.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas. 7ª ed, 2010.

MARTINS, L. A.C. P. A história da ciência e o ensino da biologia. **Ciência & Ensino** (UNICAMP), Campinas, n. 5, p. 18-21, 1998.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995.

MCINTOSH, R. P. The succession of succession: a lexical chronology. **Bulletin of the Ecological Society of America**, v. 80, n. 4, p. 256-265, 1999.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v. 4, n. 3, p. 265-287, 1995.

NUNES, P. S.; CAVASSAN, O. As concepções históricas de sucessão ecológica e os livros didáticos. **Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n. 1, p. 87-104, 2011.

ODUM, E. P. The strategy of ecosystem development. **Science**, v.164, p. 262-270, 1969.

PEDRANCINI, V.D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

PEIRCE, C.S. **Os Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

_____. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 1995.

PELICICE, F. M. Henry Allan Gleason: um “Ecólogo fora da lei” ou uma equivocada legislação da natureza? **In:** PETRY, A. C.; PELICICE, F. M.; BELLINI, L. M. (orgs.). **Ecólogos e suas histórias: um olhar sobre a construção das idéias ecológicas** (p. 61-87). Maringá: Eduem, 2010.

PHILLIPS, J. Succession, development, the climax, and the complex organism: an analysis of concepts- Part I. **Journal of Ecology**, v. 22, n. 2, p. 554-571, 1934.

_____. Succession, development, the climax, and the complex organism: an analysis of concepts- Part II: Development and the Climax. **Journal of Ecology**, v. 23, n. 1, p. 210-246, 1935.

PINHEIRO da SILVA, P. G. ; CAVASSAN, O. A Influência da imagem estrangeira para o estudo da botânica no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2005.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

POSNER, G.J.; STRIKE, K.A.; HEWSON, P.W.; GERTZOG, W.A. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v.66, p. 211-227, 1982.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7ª ed. Coord. Trad. J.E.Kraus. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica?** São Paulo: Brasiliense, 1983.

_____. **A teoria geral dos signos- semiose e autogeração.** São Paulo: Editora Ática, 1995.

_____. **Semiótica Aplicada.** São Paulo: Thomson-Pioneira, 2002.

SANTOS, J. C.; ALVES, L. F. A.; CORRÊA, J. J.; SILVA, E. R. L. Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do Ensino Médio de Cascavel, Paraná. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 311-322, 2007.

SHELFORD, V. E. Ecological succession- stream fishes and the method of physiographic analysis. **Biological Bulletin**, v. 21, n. 1, p. 9-35, 1911.

SHELFORD, V. E.; OLSON, S. Sere, climax and influent animals with special reference to the transcontinental Coniferous Forest of North. **Ecology**, v. 16, n. 3, p. 375-402, 1935.

SHOOK, J. R. **Os pioneiros do pragmatismo americano.** Rio de Janeiro: DP & A, 2002.

SILVEIRA, L.F.B. **Curso de Semiótica Geral.** São Paulo: Quartier Latin, 2007.

TANSLEY, A. G. The Classification of Vegetation and the Concept of Development. **Journal of Ecology**, v. 8, n. 2, p. 118-149, 1920.

_____. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, v. 16, n. 3, p. 284-307, 1935.

THOREAU, H. D. Succession of forest trees. **Massachusetts board of agriculture eighth annual report.** Win. White Printer, Boston, Massachusetts, USA, 1860.

TREVISAN, M.D. **O papel da metáfora / analogia no ensino de ciências: uma abordagem semiótica.** 2008.150f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

VASCONCELOS, S. D. ; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino Fundamental : proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

VILLAÇA, J.S. **Ensino de ciências e transposição didática**: uma reflexão sobre o processo de transformação do conteúdo científico para o fazer docente. 2007. 292f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007.

WEISSMANN, H. **Didática das ciências naturais**: contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artmed, 1998. 244p.

WHITTAKER, R. J.; BUSH, M. B.; RICHARDS, K. Plant recolonization and vegetation succession on the Krakatau Islands, Indonesia. **Ecological Monographs**, v. 59, n. 2, p. 59-123, 1989.

APÊNDICE I- QUESTIONÁRIO

Questões pessoais

Idade:

Gênero: () Feminino () Masculino

Escola em que estudou no Ensino Médio: () Pública () Privada () Outros

Freqüentou Cursinho Pré-Vestibular: () Sim () Não Se sim, quantos anos:

Questionário- Sucessão Ecológica

1. Como você pretende ensinar sucessão ecológica para os seus futuros alunos? (aborde os seguintes tópicos: conceito, local ou locais em que ocorreria o processo, tempo de duração do processo)

2. Numere as frases abaixo em ordem decrescente (6 a 1), de modo que a frase que represente melhor o processo sucessional, fique com o maior número.

- () Desenvolvimento da comunidade em padrões não definidos
- () Progressão/ Aumento da complexidade da comunidade
- () Substituição de espécies
- () Predizibilidade (grau de probabilidade em que um fenômeno pode ser previsto)
- () Aumento do tamanho das plantas
- () Outros. Quais _____

3. Como você representaria o processo sucessional? Faça um esquema ou figura.

4. Considere as alternativas:

a() Uma ilha oceânica em que acontecem grandes erupções vulcânicas, até que cheguem à inatividade.

b () Uma árvore que cai no meio de uma floresta formando uma clareira.

c () Uma grande área de floresta que é incendiada.

d () Uma lagoa em transformação.

Em qual (ais) alternativa(s) você acha que pode ocorrer o processo de sucessão ecológica? Explique sua resposta.

5. Marque com um X a (as) figura (as) que corresponda (am) ao (aos) ambiente (es) que você considera que pode (em) estar no estágio de clímax:



a () Campo Cerrado (Brasilândia- MG)



b () Deserto do Saara



c () Floresta Ombrófila Densa- Amazônia



d () Tundra- Canadá



e () Caatinga- Ceará

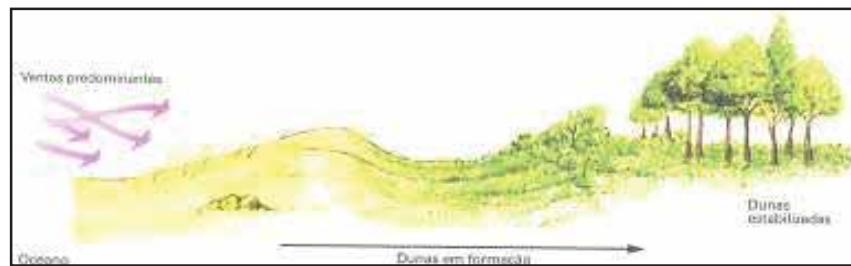
6. Como você representaria o processo de sucessão ecológica para seus alunos? Coloque os números que melhor se encaixariam:

- (1) Não usaria
- (2) Usaria com ressalvas
- (3) Usaria com certeza

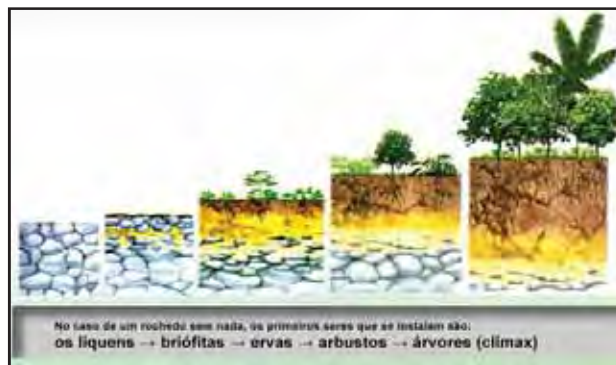
a ()

idade em anos		1-15	10-25	25-100	Acima 100
Tipo de comunidade	Campo abandonado	Colônias	Arbustivos	Floresta de cocais	Climax florestal

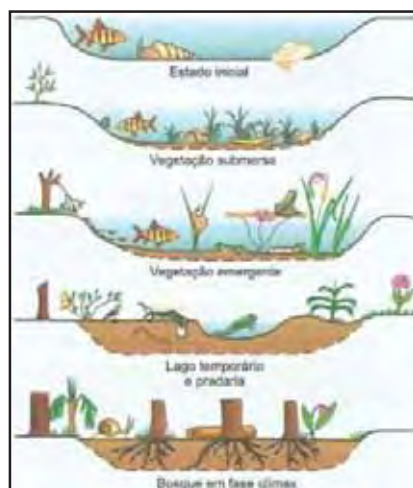
b ()



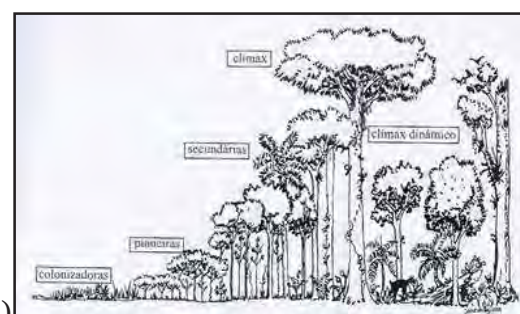
c ()



d ()



e ()



APÊNDICE II- ROTEIRO DA ENTREVISTA

Contexto

“A ecologia de comunidades procura entender a maneira como agrupamentos de espécies são distribuídos na natureza e as formas pelas quais tais agrupamentos podem ser influenciados pelo ambiente abiótico e as interações entre as populações das espécies” (Begon; Townsend; Harper, 2007). Um dos conceitos discutidos nesse ramo da ecologia é a Sucessão Ecológica.

Roteiro da Entrevista

- Dê uma definição do conceito de sucessão ecológica que você utilizaria para iniciar uma aula sobre o tema.
- As fotos seguintes representam paisagens onde é possível identificar elementos de uma comunidade ecológica. Quais delas são possíveis de estarem representado uma comunidade em clímax. Justifique.



a () Campo Cerrado (Brasilândia- MG)



b () Deserto do Saara



c () Floresta Ombrófila Densa- Amazônia



d () Tundra- Canadá



e () Caatinga- Ceará

- Cite alguns fenômenos biológicos que poderiam ser discutidos durante o estudo de sucessão ecológica.
- Quando você teve contato com o tema pela primeira vez?
- Quais questões lhe provocam maior dificuldade em discutir ou ensinar o assunto atualmente?
- Como seria uma sequência didática que você utilizaria ao ministrar esse tema para os seus futuros alunos?

APÊNDICE III- MODELO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, portador(a) do RG.: _____, declaro, por meio deste termo, que concordei em participar da pesquisa de campo referente ao projeto/pesquisa intitulado(a) **Concepção de Sucessão Ecológica em alunos ingressantes em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas**, desenvolvida(o) pela mestrandia **Patrícia da Silva Nunes**. Fui informado (a), ainda, de que a pesquisa é orientada pelo Professor Doutor **Osmar Cavassan**. Afirmando que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado (a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo. Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de um questionário e/ou entrevista. Fui ainda informado(a) de que posso me retirar desse(a) estudo a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Bauru, _____ de _____ de _____.

ANEXO I- GRADE CURRICULAR DO CURSO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS- PERÍODO NOTURNO

CURSO: LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS					
CURRÍCULO 2704 - PERÍODO NOTURNO					
(Para ingressantes a partir do ano de 2006)					
Estrutura Curricular: RESOLUÇÃO UNESP Nº 101 DE 03/11/2005					
Reconhecido pelas portarias M.E. nº1.042, de 31/08/95 e CEE/GP nº 301 de 21/08/02, publicadas no D.O.U. de 01/09/95 e no D.O.E. de 22/08/02.					
COD	DEP	DISCIPLINA	NC	PRÉ-REQ.	OBS.
1º Ano - 1º semestre					
CBI		Biologia celular	6		
CBI		Invertebrados	8		
EDU		Estrutura e func. do ensino fundamental e médio I	2		PCCC
QUI		Química	6		
QUI		Laboratório de química	2		
1º Ano - 2º semestre					
CBI		Biologia molecular	4		
CBI		Morfologia vegetal	8		
EDU		Estrutura e func. do ensino fundamental e médio II	2		PCCC
FIS		Física geral	4		
QUI		Bioquímica	6		
2º Ano - 1º semestre					
CBI		Anatomia geral e humana	4		
CBI		Geologia	2		
CBI		Paleontologia	2		
CBI		Vertebrados	6		
EDU		Psicologia da educação	4		PCCC
EDU		Didática das ciências	2		PCCC
MAT		Matemática	2		
2º Ano - 2º semestre					
CBI		Embriologia comparada	4		
CBI		Histologia	4		
CBI		Sistemática vegetal	6		
DEP		Bioestatística	4		
EDU		Didática das ciências	4		PCCC
3º Ano - 1º semestre					
CBI		Ecossistemas	4		
CBI		Fisiologia vegetal	6		
CBI		Genética	8		
EDU		Estágio curricular I	3		ECS
EDU		Lab. didático como recurso para ensino de C e B	1		PCCC
3º Ano - 2º semestre					
CBI		Biofísica	4		
CBI		Fisiologia comparada	6		
CBI		Metodologia científica	4		AACC
EDU		Estágio curricular II	3		ECS
EDU		Ens. ciênc. fis. e quim. 3º e 4º ciclos da educ. fund.	1		PCCC
4º Ano - 1º semestre					
CBI		Ecologia de populações	4		
CBI		Imunologia	4		
CBI		Microbiologia	4		
CBI		Botânica econômica	4		
		Atividades acadêmico-científico-culturais	4		AACC
4º Ano - 2º semestre					
CBI		Fundamentos filosóficos e sociais	2		AACC
CBI		Parasitologia	4		
CBI		Evolução	4		
EDU		Estágio curricular III	4		ECS
EDU		História da ciência no ensino de ciências e biol.	2		PCCC

EDU	História e filosofia da ciência	4	PCCC
5º Ano - 1º semestre			
CBI	Comportamento animal	4	
CBI	Ecologia de comunidades	4	
EDU	Estágio curricular IV	5	ECS
EDU	Educação ambiental na escola básica	2	PCCC
EDU	Estágio curricular V	4	ECS
EDU	Tecnologias da Inf. aplic. ao ensino de ciên. e biol.	1	PCCC
5º Ano - 2º semestre			
CBI	Educação em saúde pública	4	
EDU	Estágio curricular VI	4	ECS
EDU	Ensino de ciências e biol. em espaços não formais	1	PCCC
EDU	Estágio curricular VII	4	ECS
EDU	Ens. ciên. e bio. com ênfase nas rel. entre C.T.S.	1	PCCC
	Atividades acadêmico-científico-culturais	4	AACC

DURAÇÃO DO CURSO:	5 ANOS (MÍNIMO) / 8 ANOS (MÁXIMO)
CRÉDITOS RELACIONADOS À SUB-ÁREA DE BIOLOGIA	150
(2250 H/A)	
(ECS) - ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO	27
(405 H/A)	
(PCCC) - PRÁTICA DE ENSINO/COMPONENTE CURRICULAR	27
(405 H/A)	
(AACC) ATIVIDADES ACADÊMICO-CIENTÍFICO-CULTURAIS	14
(150 H/A)	
- Disciplinas Fundamentos Filosóficos e Sociais e Metodologia Científica	
- Outras Participações: participação em atividades científico-culturais diversas (congressos, semana acadêmicas e trabalhos comunitários, cursos de extensão e outros)	
- Disciplinas Optativas	
TOTAL DE CRÉDITOS EXIGIDOS:	218
(3270 H/A)	

ANEXO II- GRADE CURRICULAR DO CURSO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS- PERÍODO INTEGRAL

CURSO: LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS						
CURRÍCULO 2705 - PERÍODO INTEGRAL						
(Para ingressantes a partir do ano de 2006)						
Estrutura Curricular: RESOLUÇÃO UNESP Nº 101 DE 03/11/2005						
Reconhecido pelas portarias M.E. nº 1.042, de 31/08/95 e CEE/GP nº 301 de 21/08/02, publicadas no D.O.U. de 01/09/95 e no D.O.E. de 22/08/02.						
COD	DEP	DISCIPLINA	NC	PRE-REQ.	OBS.	
1º Ano – 1º semestre						
CBI		Biologia celular	6			
CBI		Invertebrados	8			
EDU		Estrutura e funcionam. do ensino fund. e médio I	2			PCCC
MAT		Matemática	2			
QUI		Química	6			
QUI		Laboratório de química	2			
1º Ano - 2º semestre						
CBI		Biologia molecular	4			
CBI		Morfologia vegetal	8			
DEP		Bioestatística	4			
EDU		Estrutura e funcionam. do ensino fund. e médio II	2			PCCC
FIS		Física geral	4			
QUI		Bioquímica	6			
2º Ano – 1º semestre						
CBI		Anatomia geral e humana	4			
CBI		Geologia	2			
CBI		Paleontologia	2			
CBI		Vertebrados	8			
EDU		Psicologia da educação	4			PCCC
EDU		Didática das ciências	2			PCCC
		Atividades acadêmico-científico-culturais	4			AACC
2º Ano - 2º semestre						
CBI		Biofísica	4			
CBI		Embriologia comparada	4			
CBI		Histologia	4			
CBI		Sistemática vegetal	8			
EDU		Didática das ciências II	4			PCCC
3º Ano – 1º semestre						
CBI		Ecossistemas	4			
CBI		Fisiologia vegetal	8			
CBI		Genética	6			
CBI		Botânica econômica	4			
EDU		Estágio curricular I	3			ECS
EDU		Lab. did. como recurso para ensino de ciênc. e bio.	1			PCCC
3º Ano - 2º semestre						
CBI		Evolução	4			
CBI		Fisiologia comparada	8			
CBI		Metodologia científica	4			AACC
EDU		História e filosofia da ciência	4			PCCC
EDU		Estágio curricular II	3			ECS
EDU		Ens. ciênc. fis. e quim. no 3º e 4º ciclos da ed. fund.	1			PCCC
EDU		Estágio curricular III	4			ECS
EDU		História da ciência no ensino de ciênc. e biologia	2			PCCC

4º Ano – 1º semestre			
CBI	Comportamento animal	4	
CBI	Ecologia de comunidades	4	
CBI	Ecologia de populações	4	
CBI	Imunologia	4	
CBI	Microbiologia	4	
EDU	Estágio curricular IV	5	ECS
EDU	Educação ambiental na escola básica	2	PCCC
EDU	Estágio curricular V	4	ECS
EDU	Tecnologias da inform. aplic. ensino de ciên. e bio.	1	PCCC
4º Ano - 2º semestre			
CBI	Educação em saúde pública	4	
CBI	Fundamentos filosóficos e sociais	2	AACC
CBI	Parasitologia	4	
EDU	Estágio curricular VI	4	ECS
EDU	Ensino ciências e biologia em espaços não formais	1	PCCC
EDU	Estágio curricular VII	4	ECS
EDU	Ens. ciê. e biol. ênfase rel. entre ciên. tecnol. e soc.	1	PCCC
	Atividades acadêmico-científico-culturais	4	AACC

DURAÇÃO DO CURSO	4 ANOS (MÍNIMO) / 6 ANOS (MÁXIMO)
CRÉDITOS RELACIONADOS À SUB ÁREA DE BIOLOGIA:	150
(2250 H/A)	
(ECS) - ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO	27
(405 H/A)	
(PCCC) - PRÁTICA DE ENSINO/COMPONENTE CURRICULAR	27
(405 H/A)	
(AACC) ATIVIDADES ACADÊMICO-CIENTÍFICO-CULTURAIS	14
(150 H/A)	
Disciplinas Fundamentos Filosóficos e Sociais e Metodologia Científica	
Outras Participações: participação em atividades científico-culturais diversas (congressos, semana acadêmicas e trabalhos comunitários, cursos de extensão e outros)	
Disciplinas Optativas	
TOTAL DE CRÉDITOS EXIGIDOS: 218 - (3270 H/A)	

ANEXO III- PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Bauru



O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, em sua 66ª Reunião Ordinária realizada no dia 16 de novembro de 2011, no Prédio do STI da Faculdade de Ciências – UNESP, Campus de Bauru, às 09h00, após análise do parecer emitido pelo relator **APROVA** o projeto "Estudo sobre a concepção de sucessão ecológica em alunos ingressantes em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas", Processo nº 9066/46/01/11, sob responsabilidade do Prof. Dr. Osmar Cavassan

Bauru (SP), 16 de novembro de 2011

PROF. DR. ARI FERNANDO MAIA
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa