



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE DOUTORADO

LUIZ EDUARDO ALVES BEZERRA DO NASCIMENTO

**O CONCEITO DE NICHOS ECOLÓGICOS NOS LIVROS DE ENSINO SUPERIOR:
UMA ANÁLISE ECOLÓGICA E PRAXEOLÓGICA**

Recife

2022

LUIZ EDUARDO ALVES BEZERRA DO NASCIMENTO

**O CONCEITO DE NICHOS ECOLÓGICOS NOS LIVROS DE ENSINO SUPERIOR:
UMA ANÁLISE ECOLÓGICA E PRAXEOLÓGICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Educação.

Área de concentração: Educação em Ciências Naturais

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Francimar Martins Teixeira

Recife

2022

Catálogo na fonte
Bibliotecário Natália Nascimento, CRB-4/1743

N244c

Nascimento, Luiz Eduardo Alves Bezerra do.

O conceito de nicho ecológico nos livros de ensino superior: uma análise ecológica e praxeológica. / Luiz Eduardo Alves Bezerra do Nascimento. – Recife, 2022.

187 f.: il.

Orientador: Francimar Martins Teixeira

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-graduação em Educação, 2022.

Inclui Referências.

1. Análise Ecológica. 2. Teoria Antropológica do Didático. 3. Livros Didáticos. 4. Nicho Ecológico. 5. UFPE - Pós-graduação. I. Teixeira, Francimar Martins. (Orientador). II. Título.

370 (23. ed.)

UFPE (CE2022-032)

LUIZ EDUARDO ALVES BEZERRA DO NASCIMENTO

**O CONCEITO DE NICHU ECOLÓGICO NOS LIVROS DE ENSINO SUPERIOR:
UMA ANÁLISE ECOLÓGICA E PRAXEOLÓGICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Educação.

Aprovado em 25/02/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Francimar Martins Teixeira (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ernani Martins dos Santos (Examinador Externo)
Universidade de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Anna Paula de Avelar Brito Lima (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr^ª. Suzane Bezerra de França (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Kênio Erithon Cavalcante Lima (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

À minha avó, Anisia Maria, que mesmo com pouca instrução, sempre valorizou a importância do estudo para os filhos e netos.

Aos meus pais, Karla e Lindoardo e ao meu irmão, Lucas, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e que comigo sempre estiveram, como uma verdadeira família.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Uma tese de doutorado, assim como qualquer outro projeto, não se constrói sozinho, mas em parceria com outras pessoas. Esse trabalho, portanto, não poderia deixar de trazer um sincero agradecimento a todos aqueles que estiveram direta ou indiretamente presentes nesta jornada. Desde o pensar o pré-projeto até a escrita e revisão do texto final.

Agradeço, primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela vocação que me destes e por me permitir chegar aonde eu cheguei. Por tudo, meu grande e sincero: Obrigado, papai do céu!

Um agradecimento especial à minha família, que sempre me acompanhou. Mesmo que de longe, amor, companheirismo e sorrisos nunca nos faltaram (e espero que nunca nos falem), pois há algo muito mais forte que nos une e nada nem ninguém tirará isto de nós, obrigado meus pais, irmão e avó, a quem também dedico este trabalho, por fazerem de mim o homem que me tornei.

À mon conjoint, Patrick, qui est l'amour de ma vie, mon vrai héros et dont je ne peux plus imaginer vivre sans. Je te remercie énormément! Merci pour faire de moi un homme meilleur chaque jour, pour croire à mon potentiel et pour être pour moi, ce dont j'ai besoin et pas toujours ce que je veux. Merci pour tout qu'on a vécu, pour pleurer mes larmes et pour sourire mes bonheurs. Je t'aime!

Eu agradeço imensamente pela orientadora e amiga, Francimar Martins, que nesta etapa da minha vida, me orientou não apenas no processo de construção da pesquisa, mas nos altos e baixos, dividindo comigo as alegrias e tristezas. Passando a “tesoura do desejo” quando eu perdia a noção de dimensão da pesquisa e me incentivando nas leituras e discussões que, certamente, tiveram um papel singular no meu desenvolvimento enquanto professor-pesquisador. À senhora, meu muito obrigado por fazer parte desta trajetória.

Não poderia deixar de agradecer aos membros da banca avaliadora, que contribuíram de maneira significativa na construção desta pesquisa, através de comentários e sugestões que, certamente, repaginaram a cara do projeto original, possibilitando que o mesmo tomasse o rumo do que ele é hoje.

Gostaria de prestar um agradecimento especial aos vários pesquisadores, pelos trabalhos publicados no ensino de ciências e ao professor Dr. Yves Chevillard pela sua contribuição no desenvolvimento das pesquisas científicas ligadas à ecologia dos saberes e à teoria antropológica do didático, temas que me serviram de suporte teórico-metodológico.

Ressalto ainda a importância do grupo de discussão em ensino de ciências da UFPE (Gilmar, Kênio, Thaís, Cynthia, Magadá e Mirthes), obrigado pelas discussões extremamente

ricas e pelos materiais que só me fizeram avançar na minha compreensão do que é a pesquisa no campo do ensino de ciências.

Agradeço à minha diretora de escola, Adriana Batista, pelo acolhimento e ajuda, pelo carinho e suporte durante os meus cinco anos de experiência vividos na Escola Pedro Barros Filho. A experiência vivida nesse período mudou o rumo de como eu me enxergo, enquanto pessoa e profissional, obrigado imensamente por esta oportunidade.

Gostaria de agradecer aos meus alunos e ex-alunos no Brasil, por construírem o professor que hoje me tornei, essa identidade profissional não poderia ter sido construída sem o grande apoio recebido por vocês: *Abram os braços e voem alto, o mundo é de vocês!* Agradeço também aos pequenos da *école primaire Marie-Victorin* pela autenticidade e magia da infância, por me guiarem no mundo do ensino primário, experiência esta que veio muito mais como um *hobby* que como um trabalho propriamente dito.

Por último, mas não menos importante, um agradecimento especial aos meus amigos do doutorado em educação, do mestrado em biologia animal e da graduação em ciências biológicas (não citarei nomes para evitar ser injusto com alguém) pelas conversas filosóficas e pelo suporte psicológico (tantas vezes necessário). Obrigado por entrarem na vida como colegas de trabalho e se tornarem irmãos de coração. Um grande obrigado a todos vocês.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi compreender como a ecologia e, em particular, o conceito de nicho ecológico são abordados em três diferentes cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE): Licenciatura e bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais, através da análise de cinco livros de ecologia do ensino superior. A metodologia, de natureza qualitativa, foi pautada na pesquisa documental. A fim de atender aos nossos objetivos, fizemos uso da Teoria Antropológica do Didático (TAD) enquanto ferramenta teórico-metodológica de análise. A construção empírica se dividiu em duas etapas: Na primeira fizemos uma análise sobre a abordagem dada ao curso de ecologia nos três diferentes cursos de graduação através da análise da carga horária e do mapeamento das disciplinas referentes à ecologia para cada curso. Em seguida, nos debruçamos na análise dos livros didáticos a fim de estabelecermos uma análise ecológica e praxeológica para o conceito de nicho ecológico nos livros de ecologia selecionados, bem como identificar os objetos ostensivos e não ostensivos mobilizados no tratamento de tal conceito. Finalizamos nossa análise com a identificação das organizações didáticas apresentadas pelos manuais. Nossas análises evidenciaram que a ecologia tratada no curso de formação de professores não apresenta o mesmo aprofundamento, quando comparada à ecologia estudada na formação de bacharéis em biologia e ecologia, seja por causa da baixa carga horária, seja pelo fato da disciplina ser estudada nos anos finais da formação universitária, no entanto ressaltamos que conceito e teorias ecológicas são diluídas em outras áreas do conhecimento como zoologia, botânica, genética etc. A análise ecológica nos livros didáticos mostrou que o conceito de nicho ecológico pode ser encontrado tanto nos capítulos introdutórios de ecologia, quanto nos capítulos que tratam da ecologia de comunidades. Observou-se, igualmente, cinco diferentes funções para o conceito de nicho: conceitual, estrutural, histórica, interpretativa e explicativa. A análise praxeológica, por sua vez, nos permitiu a identificação de dez diferentes tipos de tarefas, dentre os quais destacamos: 1) diferenciar os conceitos de hábitat e nicho, 2) conceituar o princípio da exclusão competitiva de Gause, 3) analisar situações envolvendo a sobreposição de nichos ecológicos, 4) diferenciar os conceitos de nicho percebido e nicho fundamental e 5) estabelecer relações entre o conceito de nicho com outros conceitos. Uma análise mais detalhada para a identificação dos objetos ostensivos e não ostensivos, demonstrou que seis são os principais objetos não ostensivos mobilizados no estudo do nicho ecológico, destacando-se os conceitos de: nicho fundamental, nicho realizado, amplitude de nicho, sobreposição de nicho, diversidade de nicho e multidimensionalidade do nicho, representados especialmente através dos objetos ostensivos do tipo escritural e gráfico. Por fim, o mapeamento das obras demonstrou três diferentes organizações didáticas: tecnicista, teorista e modernista. Concluímos, portanto, que o conceito de nicho ecológico, bem como os diversos conceitos ecológicos apresentam um papel central para a formação ecológica dos professores de ciências e biologia, de modo que a compreensão de tal ciência possibilita que estes elaborem situações didáticas que conduzam à uma reflexão científica crítica a partir das problemáticas ambientais a nível local, nacional e internacional.

Palavras-chave: Análise ecológica. Teoria Antropológica do Didático. Livros didáticos. Nicho ecológico.

ABSTRACT

The objective of this work was to understand how ecology and the concept of ecological niche are approached in three different undergraduate courses at the Federal University of Pernambuco (UFPE): Biological science teaching degree course, bachelor in biological sciences and biological sciences with an emphasis on environmental sciences, through the analysis of five higher education ecology. The methodology, of a qualitative nature, was based on documentary research. To meet our objectives, we used the Anthropological Theory of Didactics (ATD) as a theoretical-methodological analysis tool. The empirical construction was divided into two stages: In the first, we analyzed the approach given to the ecology course in the three different undergraduate courses by analyzing the workload and mapping the disciplines related to ecology for each course. Then, we focus on the analysis of textbooks to establish an ecological and praxeological analysis for the concept of ecological niche in the selected ecology books, as well as identify the ostensive and non-ostensive objects mobilized in the treatment of such concept. We end our analysis by identifying the didactic organizations presented by the manuals. Our analyses showed that the ecology dealt with in the teacher training course does not present the same depth when compared to the ecology studied in the training of biologists and ecologists, either because of the low content in ecology or because the subject is studied in the final years of university education, however, we emphasize that ecological concepts and theories are diluted in other areas of knowledge such as zoology, botany, genetics, etc. Ecological analysis in textbooks has shown that the concept of ecological niche can be found both in introductory ecology chapters and in chapters dealing with community ecology. Five different functions were also observed for the concept of niche: conceptual, structural, historical, interpretive, and explanatory. The praxeological analysis, in turn, allowed us to identify ten different types of tasks, among which we highlight: 1) differentiate the concepts of habitat and niche, 2) conceptualize Gause's principle of competitive exclusion, 3) analyze situations involving the overlapping of ecological niches, 4) differentiate the concepts of perceived niche and fundamental niche and 5) establish relationships between the concept of niche with other concepts. A more detailed analysis for the identification of ostensive and non-ostensive objects showed that six of them are the main non-ostensive objects mobilized in the study of the ecological niche, highlighting the concepts of: fundamental niche, realized niche, niche breadth, niche overlap, diversity niche and multidimensionality of the niche, represented especially through the written and graphical ostensible objects. Finally, the work's mapping showed three different didactic organizations: technician, theorist and modernist. We conclude, therefore, that the concept of ecological niche, as well as the different ecological concepts, play a central role in the ecological training of science and biology teachers, so that the understanding of such science allows them to elaborate didactic situations that lead to a critical scientific reflection based on environmental issues at a local, national, and international level.

Keywords: Ecological Analysis. Anthropological Theory of Didactics. Textbooks. Ecological Niche.

RÉSUMÉ

L'objectif de ce travail était de comprendre comment l'écologie et, en particulier, le concept de niche écologique sont abordés dans trois différents cours de premier cycle à l'Université Fédérale de Pernambuco (UFPE): licence en enseignement des sciences biologiques, baccalauréat en sciences biologiques et sciences biologiques avec majeur en sciences environnementales, à travers l'analyse de cinq manuels d'écologie de l'enseignement supérieur. La méthodologie qualitative s'est appuyée sur une recherche documentaire. Afin d'atteindre nos objectifs, nous avons utilisé la Théorie Anthropologique de la Didactique (TAD) comme outil d'analyse théorique et méthodologique. La construction empirique a été divisée en deux étapes: Dans la première, nous avons analysé l'approche donnée au cours d'écologie dans les trois différents cours de premier cycle à travers l'analyse de la charge de travail et la cartographie des disciplines liées à l'écologie pour chaque cours. Ensuite, nous nous concentrons sur l'analyse des manuels afin d'établir une analyse écologique et praxéologique du concept de niche écologique dans les livres d'écologie sélectionnés, ainsi que d'identifier les objets ostensifs et non ostensifs mobilisés dans le traitement de ce concept. Nous terminons notre analyse par l'identification des organisations didactiques présentées par les manuels. Nos analyses ont montré que l'écologie abordée dans le cursus de formation des enseignants ne présente pas la même profondeur par rapport à l'écologie étudiée dans la formation des bacheliers en biologie et écologie, soit à cause de la faible charge de travail, soit parce que la discipline est étudiée au final de l'enseignement universitaire, nous soulignons cependant que les concepts et les théories écologiques sont dilués dans d'autres domaines du savoir tels que la zoologie, la botanique, la génétique, etc. L'analyse écologique dans les manuels a montré que le concept de niche écologique peut être trouvé à la fois dans les chapitres d'introduction à l'écologie et dans les chapitres traitant de l'écologie communautaire. Cinq fonctions différentes ont également été observées pour le concept de niche: conceptuelle, structurelle, historique, interprétative et explicative. L'analyse praxéologique, à son tour, nous a permis d'identifier dix types différents de tâches, parmi lesquels nous soulignons: 1) différencier les concepts d'habitat et de niche; 2) conceptualiser le principe d'exclusion compétitive de Gause; 3) analyser des situations de chevauchement de niches écologiques, 4) différencier les concepts de niche perçue et de niche fondamentale, et 5) établir des relations entre le concept de niche avec d'autres concepts. Une analyse plus détaillée pour l'identification des objets ostensifs et non ostensifs a montré que six d'entre eux sont les principaux objets non ostensifs mobilisés dans l'étude de la niche écologique, mettant en évidence les concepts de: niche fondamentale, niche réalisée, largeur de niche, chevauchement de niche, niche de diversité et la multi dimensionnalité de la niche. Ces objets non ostensifs sont représentés notamment à travers des objets ostensifs de type écrit et graphique. Enfin, la cartographie des travaux a montré trois organisations didactiques différentes: technicienne, théoricienne et moderniste. Nous concluons donc que le concept de niche écologique, ainsi que les différents concepts écologiques, jouent un rôle central dans la formation écologique des enseignants de sciences et de biologie, de sorte que la compréhension de ces sciences leur permet d'élaborer des situations didactiques qui conduisent à une réflexion scientifique critique basée sur les enjeux environnementaux au niveau local, national et international.

Mots-clés: Analyse écologique. Théorie anthropologique de la didactique. Livres didactiques. Niche écologique.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A progressão do conceito de nicho ao longo do tempo com a progressão dialética associada de ideias	44
Figura 2 - a. Hierarquia de organização dos sistemas biológicos; b. Hierarquia de organização dos sistemas ecológicos	51
Figura 3 – Estruturas organizacionais em um livro didático	85
Figura 4 – Ostensivo gráfico representando o não ostensivo “cadeia alimentar”	89
Figura 5 – Representações de uma flor ao longo de um contínuo de abstração	90
Figura 6 - Capas dos livros didáticos do ensino superior selecionados para análise	109
Figura 7 - Etapas do desenvolvimento da análise de conteúdo	110
Figura 8 - Grade de análise de referência	113
Figura 9 - Situação problema relacionando a seleção natural à diversificação das espécies vegetais	144
Figura 10 - Fotografias representando diferentes habitats na obra LD ₁	145
Figura 11 - Fotografias representando espécies com diferentes nichos na obra LD ₁	146
Figura 12 - Sequência esquemática representando os conceitos de nicho fundamental e nicho percebido em LD ₁	148
Figura 13 - Principais atributos mensuráveis em um nicho ecológico	151
Figura 14 - Ostensivos gráfico e escritural relativos aos não ostensivos <i>nicho fundamental</i> e <i>nicho realizado</i>	153
Figura 15 - Ostensivos gráfico e escritural relativos aos não ostensivos <i>amplitude</i> e <i>sobreposição de nichos ecológicos</i>	154
Figura 16 - Ostensivo gráfico do tipo equação, representando a amplitude de nicho (esquerda) e o grau de sobreposição de nichos (direita)	155
Figura 17 - Ostensivos gráfico e escritural relativos ao não ostensivo <i>diversidade de nichos</i>	156
Figura 18. Ostensivos gráfico e escritural relativos ao não ostensivo <i>diversidade de nichos</i>	157
Figura 19. Ostensivos gráfico e escritural relativos ao não ostensivo <i>multidimensionalidade de nicho</i>	158
Figura 20. Situação-problema representativa de uma organização didática modernista	161
Figura 21. Mapeamento das obras analisadas quanto às organizações ideais propostas por Gascón (2003)	162

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição percentual de carga horária reservada ao ensino de ecologia e áreas correlatas nos cursos: Licenciatura em ciências biológicas (I_1), bacharelado em ciências biológicas (I_2) e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais (I_3)	116
---	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pesquisas realizadas sobre a TAD enquanto aporte teórico-metodológico no ensino de ciências entre os anos de 2010 e 2020	23
Quadro 2 - Pesquisas realizadas sobre o ensino-aprendizagem do conceito de nicho ecológico entre os anos de 2010 e 2020	26
Quadro 3 - Os 20 conceitos mais importantes em ecologia (Cherrett, 1989)	32
Quadro 4 - Livros didáticos de ecologia do ensino superior selecionados para análise	109
Quadro 5 - Distribuição das disciplinas de ecologia e áreas correlatas nos cursos: Licenciatura em ciências biológicas (<i>I</i> ₁), bacharelado em ciências biológicas (<i>I</i> ₂) e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais (<i>I</i> ₃)	115
Quadro 6 – Comparativo entre os livros de ecologia selecionados para análise	124
Quadro 7 - Estrutura organizacional global de LD ₁	125
Quadro 8 - Estrutura organizacional regional de LD ₁	127
Quadro 9 - Estrutura organizacional local de LD ₁	128
Quadro 10 - Definições e exemplos ligados à seção que trata do objeto do saber <i>nicho ecológico</i> em LD ₁	128
Quadro 11 - Estrutura organizacional global de LD ₂	129
Quadro 12 - Estrutura organizacional regional de LD ₂	130
Quadro 13 - Estrutura organizacional local de LD ₂	131
Quadro 14 - Definições e exemplos apresentados na seção <i>Nichos ecológicos</i> em LD ₂	131
Quadro 15 - Estrutura organizacional global de LD ₃	132
Quadro 16 - Estrutura organizacional regional de LD ₃	133
Quadro 17 - Estrutura organizacional local de LD ₃	133
Quadro 18 - Definições e exemplos apresentados na seção <i>Conceitos de Hábitat, nicho ecológico e guilda</i> em LD ₃	134
Quadro 19 - Estrutura organizacional global de LD ₄	136
Quadro 20 - Estrutura organizacional local de LD ₄	137
Quadro 21 - Definições e exemplos apresentados no capítulo 9: O nicho ecológico e a estrutura das comunidades	137
Quadro 22 - Estrutura organizacional global de LD ₅	139
Quadro 23 - Estrutura organizacional regional de LD ₅	141
Quadro 24 - Estrutura organizacional local de LD ₅	141
Quadro 25 - Definições e exemplos apresentados na seção <i>Nichos ecológicos e seleção natural</i> em LD ₅	142

LISTA DE SIGLAS

BDTD	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CCB	Centro de Ciências Biológicas
CHe	Carga Horária das disciplinas de ecologia e em áreas correlatas
CHt	Carga Horária total do curso
EBEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
ENEBIO	Encontro Nacional de Ensino de Biologia
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
LD	Livro Didático
OD	Organização Didática
OE	Organização Ecológica
OP	Organização Praxeológica
PET	Programa de Educação Tutorial
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
SEDUC	Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco
SNUC	Sistema Nacional de Unidades e Conservação
TAD	Teoria Antropológica do Didático
TTD	Teoria da Transposição Didática
UCPEL	Universidade Católica de Pelotas
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFPA	Universidade Federal de Lavras
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNI-BH	Centro Universitário de Belo Horizonte
UFS	Universidade Federal de Sergipe

SUMÁRIO

Introdução	15
Capítulo 1 – O ensino de ciências à luz da TAD: Cenário atual	22
Capítulo 2 – Ecologia e Nicho ecológico	31
2.1. O ensino de Ecologia e o conceito de nicho ecológico.....	31
2.2. Obstáculos pedagógicos no ensino-aprendizagem de ecologia	44
2.3. Estratégias didáticas para o ensino-aprendizagem de ecologia	54
Capítulo 3 – Teoria Antropológica do Didático	60
3.1. A noção de didática.....	60
3.2. Conceitos fundamentais	71
3.3. Fundamentos da organização praxeológica	76
3.4. Objetos ostensivos e não ostensivos	86
Capítulo 4 – Livro didático	92
Capítulo 5 – Procedimentos metodológicos	105
5.1. Análise ecológica do ensino de ecologia:	107
5.2. Seleção dos livros didáticos:	108
5.3. Análise das Organizações Ecológicas (OEs) e didáticas (ODs):	111
5.4. Identificação dos objetos ostensivos e não ostensivos:	113
Capítulo 6 – Resultados e Discussão	114
6.1. Análise descritiva das instituições e das barreiras de ensino:	114
6.2. Apresentação dos livros didáticos:	118
6.2.1. Apresentação do LD ₁ :	119
6.2.2. Apresentação do LD ₂ :	120
6.2.3. Apresentação do LD ₃ :	121
6.2.4. Apresentação do LD ₄ :	121
6.2.5. Apresentação do LD ₅ :	122
6.3. Análise ecológica:	124
6.3.1. Análise ecológica de LD ₁ : <i>A Economia da Natureza</i>	125
6.3.2. Análise ecológica de LD ₂ : <i>Ecologia de indivíduos a ecossistemas</i>	128
6.3.3. Análise ecológica de LD ₃ : <i>Fundamentos de Ecologia</i>	132
6.3.4. Análise ecológica de LD ₄ : <i>Fundamentos em Ecologia</i>	135
6.3.5. Análise ecológica de LD ₅ : <i>Biologia</i>	138
6.4. Análise das Organizações Ecológicas (OEs):	144
6.5. Identificação dos objetos ostensivos e não ostensivos:	152
6.6. Análise das Organizações Didáticas (ODs):	159
Capítulo 7 – Considerações finais	163
Referências	168

Introdução

Este trabalho de pesquisa busca compreender como a ecologia e, em particular, o conceito de nicho ecológico são abordados em três diferentes cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE): Licenciatura e bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais, através da análise de cinco livros de ecologia do ensino superior. Antes de introduzir este trabalho, precisamos ressaltar que o pesquisador que desenvolveu este estudo fez percurso acadêmico nas ciências biológicas, de maneira que a linguagem e princípios da didática só lhe foram formalmente introduzidos, enquanto objeto de estudo, com seu acesso ao programa de doutorado em educação pela UFPE.

A busca pelo doutorado em educação ocorreu a partir de inquietações, leituras e reflexões geradas após junho de 2015 quando eu ingressei na rede estadual de Pernambuco, na condição de professor de biologia do ensino médio. Enquanto professor, sem nenhuma formação em didática, me deparei com dificuldades no ensino de biologia, dentre estas, a que se mostrou mais evidente, foi o confronto entre os conhecimentos que eu houvera obtido na minha formação, enquanto bacharel em biologia, com os conhecimentos (conceitos, teorias e fenômenos) apresentados nos livros didáticos de ensino médio.

Tal confronto foi particularmente intenso no que diz respeito aos saberes da ecologia e, mais especificamente, na abordagem do conceito de nicho ecológico (meu objeto de estudo de graduação e mestrado). As poucas linhas e a explicação “rasa” apresentada pelos livros didáticos incomodavam-me. Foi nesse contexto que comecei a ler trabalhos em educação, com o intuito de compreender como a vigilância epistemológica apresentada por Chevallard (1991) conduz ao ensino de objetos do saber que, ao invés de serem deturpados ou substituídos, sejam transformados adequadamente para o nível e compreensão do aluno. Nosso interesse estava, em particular, nos conceitos ecológicos apresentados nos livros didáticos recomendados pela Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco (SEDUC) para uso com os alunos.

Também chamou minha atenção a reação de colegas, professores de biologia. Tinha a impressão de que não se sentiam incomodados com a superficialidade na qual a ecologia era apresentada nos livros didáticos. Às vezes e, não foram poucas ocasiões, questionava os colegas se havia compreensão da relevância do estudo da ecologia. Afinal, tal ciência diz respeito à compreensão das relações estabelecidas entre os seres vivos e destes com o ambiente em que vivem, bem como de sua distribuição no planeta terra. Uma área da biologia que trata de temas

atuais do nosso cotidiano e que, em última instância, remete a caminhos que sinalizam o equilíbrio entre os seres vivos e o meio ambiente. Os conhecimentos na área da ecologia são imprescindíveis para a gestão dos caminhos mais apropriados para a sobrevivência humana.

Meu fascínio pela ecologia vem de longas datas. De modo intuitivo tinha, desde a tenra infância, interesse pelas questões ambientais, amor pelas diversas espécies de plantas e animais. Na graduação, no curso de bacharelado em ciências biológicas, desenvolvi interesse pelas pesquisas relacionadas à compreensão do papel exercido pelas espécies na dinâmica das comunidades biológicas. Em 2010, participei do Programa de Educação Tutorial (PET) em Ecologia e Conservação da Natureza e pude me apropriar e aprofundar em pesquisas ligadas à dinâmica de comunidades, dentre estas, uma linha de pesquisa, relacionada à *modelagem de nicho ecológico*, chamou-me bastante atenção, por se tratar de um tipo de pesquisa, cujo objetivo é identificar as possibilidades de distribuição de uma determinada espécie, a partir de seus limites de tolerância ambiental. Debrucei-me no estudo da modelagem de nicho ecológico da lontra neotropical (*Lontra longicaudis*) no nordeste brasileiro, produzindo conhecimentos que contribuem no enriquecimento de informações relevantes sobre a espécie, bem como no aperfeiçoamento de futuros planos de conservação para a mesma.

No mestrado, continuei a desenvolver minhas pesquisas ligadas a nicho ecológico, mas desta vez, com o intuito de compreender como os efeitos de contaminantes derivados de petróleo podem afetar diretamente o papel e a performance de nicho trófico, nos níveis comportamental e fisiológico, bem como a distribuição de uma espécie de peixe estuarino (*Poecilia vivipara*) em ambientes naturais do nordeste brasileiro. Estudar espécies naturais do Nordeste, região que nasci e onde atuava como professor, reforçou minha consciência de relevância do ensino da ecologia. A superficialidade dos livros didáticos e a aparente falta de atenção a esse campo do saber na escola, motivaram a busca por estudos relacionados ao ensino de ecologia em escolas de nível médio.

Dentre os primeiros trabalhos, deparei-me com o estudo realizado por Cherif (1992) no qual o autor aponta as barreiras para o ensino de ecologia em escolas de ensino médio dos Estados Unidos. Este estudo me mostrou que o problema não estava limitado à escola onde eu trabalhava, mas que se estendia por uma seara muito mais ampla. Em seu trabalho, o autor destaca uma série de problemáticas ligadas à falta de diálogo entre ecólogos e professores de ensino básico, bem como uma falta de interação entre a ciência ecológica e disciplinas conexas como a evolução, a antropologia, a geografia etc. Neste trabalho, destaca-se ainda o fato de se levar em consideração a ação prática para o ensino de ecologia, ao invés de limitar-se ao ensino de conceitos e fenômenos, exclusivamente no âmbito teórico. De acordo com Cherif (1992)

para que a ecologia tenha lugar de destaque no ensino médio é preciso que, dentre outras coisas, esta ciência ganhe um espaço próprio, não sendo ensinada enquanto um campo do saber da biologia, mas enquanto uma ciência independente. O autor propõe ainda que uma reforma curricular se faz necessária a fim de repensar o currículo de ecologia, de maneira que esta ciência seja compreendida de forma holística e que possa dialogar de maneira interdisciplinar com os mais diversos campos do conhecimento (biologia, história, física, química etc.).

Munson (1994) apresentou uma lista contendo os 20 conceitos mais importantes em ecologia, dentre eles incluiu o conceito de nicho ecológico, registrando a superficialidade adotada pelos livros didáticos no ensino de um conceito tão importante para uma ciência tão complexa como a ecologia. No mesmo trabalho, o autor observou que alguns estudantes são familiarizados com o conceito de nicho, no entanto tal familiaridade pode estar relacionada ao uso corriqueiro da palavra. Munson (1994) observou dois equívocos muito comuns na compreensão dos estudantes sobre o conceito de nicho: 1) *As necessidades e os papéis de uma espécie são gerais e típicos de espécies semelhantes*, ao invés de compreenderem que “cada espécie apresenta necessidades exclusivas e exerce efeitos sobre o ecossistema” e 2) *espécies coexistem em um ecossistema graças à compatibilidade entre suas necessidades e comportamentos de acordo com o ecossistema*, ao invés de “cada espécie existente em um ecossistema possui um nicho único, mesmo que esta possa interagir de forma dinâmica”.

Tanto Cherif (1992), quanto Munson (1994) identificaram que o ensino do conceito de nicho ecológico ocorre de forma descontextualizada, ou seja, isolado da realidade vivida pelos alunos, impossibilitando aos aprendizes a compreensão de fenômenos biológicos mais complexos, como a adaptação dos seres vivos às diferentes condições ambientais, o fluxo de energia e de matéria em uma cadeia ou teia alimentar, as diversas relações ecológicas estabelecidas entre os organismos e, até mesmo, distanciando-os da percepção de que os próprios alunos fazem parte de um nicho. Nesse sentido, a escola está indo ao encontro do “verbalismo vazio” tal qual Vygotsky (1998) nos alerta:

A experiência prática mostra que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo (p. 104).

“Verbalismo vazio” é exatamente a percepção que tenho do que ocorre com o ensino sobre nicho ecológico, nas escolas que trabalhei. O verbalismo vazio está relacionado ao que

Chevallard (1991) nomeou de Teoria da Transposição Didática (TTD). A TTD propõe esclarecimentos sobre como um saber passa do campo científico para o escolar ou, em outras palavras, um saber produzido no âmbito científico (nas universidades e centros de pesquisa), o *saber sábio* ou *saber científico*, quando designado para ser ensinado nas escolas, *saber a ensinar*, passa por transformações adaptativas visando a compreensão por parte dos estudantes. Tais transformações adaptativas resultam no saber a ser ensinado, não sendo exatamente o *saber sábio* ou *saber científico*. Para tal, Chevallard (1991) faz uso da expressão *vigilância epistemológica* enquanto uma ferramenta que permite tomar distância, interrogar as evidências, pondo em questão as ideias mais simples, desprendendo-se da familiaridade enganosa de seu objeto de estudo.

A compreensão sobre como ocorre as transformações adaptativas tem trazido grandes contribuições na identificação de situações favoráveis, bem como as desfavoráveis para o ensino. A área de ensino da matemática, em especial, tem feito amplo uso da TTD, na busca de entendimento sobre como os docentes realizam as transformações adaptativas que um objeto do saber a ensinar sofre até se tornar objeto de ensino, como pode ser observado em trabalhos sobre números fracionários (CASTRO e OLIVEIRA, 2009) lacunas do ensino de álgebra no ensino fundamental (AGUIAR, 2016) e sobre o conceito de função (ALKIMIN e PAIVA, 2012). Trabalhos relativos à TTD também podem ser observados na análise dos mais diversos conceitos: território (BOLIGIAN, 2003); modelo físico de Huygens (MELO, 2012); óleos lubrificantes em química (SILVA, 2011) e transformação através dos experimentos de Griffith no ensino de biologia (BATISTETI et al., 2010).

Além da TTD, Chevallard (1999) propôs a Teoria Antropológica do Didático (TAD) enquanto aporte teórico-metodológico buscando compreender de que maneira um objeto do saber estabelece relações com uma determinada instituição. Apesar de nascer no seio da matemática, foi na biologia que Chevallard (1994) buscou “pistas” através dos conceitos de *hábitat* e *nicho*. Tais conceitos, possibilitaram uma melhor compreensão sobre o local e o modo de vida, respectivamente, de um determinado objeto do saber dentro da instituição que o adota. Nesse sentido, nada mais justo do que fazer uso da ferramenta teórico-metodológica proposta por Chevallard (1999) a fim de analisar um dos conceitos que o mesmo importou das ciências biológicas, o conceito de nicho ecológico.

Dentre os recursos utilizados para a transposição didática do saber escolar, um dos mais utilizados é o livro didático, inclusive um trabalho de Ferraro (2017) no qual o autor analisa, especificamente, o conteúdo de nicho ecológico em livros didáticos, no entanto, poucos são os estudos que se debruçam na análise dos livros didáticos em nível superior, livros estes que, na

nossa concepção, são de extrema relevância na formação tanto do pesquisador, quanto do professor que atuará na educação básica.

A decisão pela análise de livros didáticos se deu pelo fato destes constituírem uma importante ferramenta na sala de aula, seja na formação básica quanto na própria formação de nível superior, de modo que neste último, os manuais didáticos atuam enquanto um compilado dos principais saberes em determinado campo, ressalta-se ainda o fato deste recurso, no ensino universitário está muito mais próximo ao saber científico que o livro didático na formação básica. Núñez et al. (2003) ressaltam que o livro didático foi, historicamente, instituído enquanto elemento no processo de ensino-aprendizagem. Para Allard et al. (2007) esta ferramenta é um dos meios privilegiados para a transmissão às gerações futuras, dos valores relacionados à cidadania, nacionalismo, moral, higiene, bem-estar, bem como do comportamento social, político e cultural a adotar na sociedade, sendo um elemento chave na compreensão dos valores e ideologias adotados por determinada sociedade em um recorte temporal e espacial. Os livros didáticos materializam a diferença entre o saber sábio e o saber a ser ensinado, a história de uma disciplina escolar, a crítica das escolhas disciplinares e didáticas, a exposição de teorias de aprendizagem, a variedade de correntes pedagógicas etc.

Há, no Brasil, muitos trabalhos que se concentram na abordagem dos mais diferentes conceitos e temas de ecologia em livros didáticos do ensino básico, seja com relação à conservação da natureza (SILVA & CARNEIRO, 2013); à análise dos conceitos de biodiversidade, conservação e sustentabilidade (SILVA & CARNEIRO, 2014) ou à abordagem do conceito de interações ecológicas (FREIRE et al., 2016), todavia, não identificamos trabalhos que tratam de temas ecológicos em livros de ensino superior. No ensino universitário, vários são os recursos utilizados na formação dos profissionais, em especial na formação de professores (artigos científicos, tutoriais, slides, vídeos, apostilas etc.), no entanto o livro didático de nível superior exerce um papel importante, na medida em que atua enquanto um compilado das informações produzidas no campo científico, sendo, portanto, uma ferramenta que permite aos professores a construção de uma reflexão crítica quanto aos conceitos, leis e teorias de um determinado campo do saber, sendo boa parte dessa concepção proveniente dos próprios manuais didáticos do ensino universitário. Organizamos este trabalho em 7 (sete) capítulos.

No capítulo 1 apresentamos uma pesquisa cienciométrica, a fim de compreendermos o cenário atual das pesquisas envolvendo a) o ensino de ciências tomando como aporte teórico-metodológico a Teoria Antropológica do Didático (TAD) e b) o conceito de nicho ecológico no contexto do ensino de ecologia e dos processos de ensino-aprendizagem. Os trabalhos aqui

levantados envolveram teses e dissertações, trabalhos publicados em anais de eventos nacionais ligados ao ensino de ciências/biologia e artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais classificados em Qualis A1 a B2 no período de 2010 a 2020. O levantamento aqui apresentado possibilitou a identificação de lacunas de investigação e, conseqüentemente a elaboração dos objetivos (geral e específicos) desta pesquisa.

No capítulo 2 tratamos dos conceitos de ecologia e de nicho ecológico. Não pretendemos, neste estudo, esgotar a discussão do tema, mas apresentar ao leitor um breve histórico do conceito de nicho ecológico e suas variações ao longo do tempo. Abordamos desde os estudos clássicos realizados por Grinnell (1917), Elton (1927) e Gause (1934) até as discussões mais atuais que envolvem as teorias de nicho e dos modelos neutros. Em seguida, passamos a uma discussão sobre o ensino de ecologia, as principais barreiras apontadas por Cherif (1992) para o ensino e aprendizagem de ecologia e como tais barreiras podem comprometer o interesse dos estudantes por esse campo do conhecimento para, em seguida, finalizarmos o capítulo com um levantamento dos principais métodos e estratégias para o ensino de ecologia.

No capítulo 3 descrevemos o que se compreende por didática e as diferenças entre este conceito e o conceito de pedagogia. Neste capítulo, faremos um rápido passeio histórico, buscando compreender as diferentes perspectivas apresentadas pelos teóricos da área. Uma vez esboçadas as principais distinções entre ambos os conceitos, passamos à uma discussão mais robusta relativa à teoria antropológica do didático (TAD) proposta por Chevallard (1999). Para discutir tal teoria nos pautamos nos principais trabalhos do autor: *Concepts fondamentaux de la didactique: Perspectives apportées par une approche anthropologique* de Yves Chevallard (1992); *Ostensifs et non-ostensifs dans l'activité mathématique* de Yves Chevallard (1994); *La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs : Objet d'étude et problématique* de Yves Chevallard e Marianna Bosch (1998) e *El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico* de Yves Chevallard (1999).

O capítulo 4 traz um panorama sobre as diversas concepções acerca do livro didático e como esta ferramenta pode ser utilizada para as análises ecológica e praxeológica à luz da TAD, em seguida abordamos uma rápida trajetória pela qual os livros didáticos passaram, a fim de compreendermos a relação entre estes materiais didáticos e as práticas de ensino no contexto da universidade e dos centros de pesquisa, permitindo-nos chegar a um aprofundamento nos aspectos relativos aos programas curriculares de ecologia e de disciplinas correlatas que fazem uso direto ou indireto do conceito de nicho ecológico.

O capítulo 5 apresenta os procedimentos metodológicos utilizados na análise dos manuais didáticos, introduzindo brevemente a ideia de pesquisa qualitativa de caráter descritivo, bem como o processo e a importância da pesquisa documental. Em seguida, nos concentramos na descrição detalhada das 6 etapas metodológicas vivenciadas neste trabalho: 1) seleção das instituições e identificação das barreiras de ensino; 2) seleção dos livros didáticos a serem analisados; 3) análise ecológica (identificação do hábitat e nicho do objeto do saber nicho ecológico) nos manuais didáticos utilizados no curso de *Licenciatura em Ciências Biológicas* da UFPE; 4) análise das praxeologias/organizações ecológicas; 5) identificação dos objetos ostensivos e não ostensivos e 6) análise das organizações didáticas.

No capítulo 6 nos concentramos na apresentação dos resultados, iniciando pelos dados descritivos das instituições que adotam a ecologia enquanto campo do saber, em seguida fizemos uma breve apresentação para cada obra analisada quando, finalmente, adentramos na descrição e discussão dos resultados extraídos a partir destas obras. Tais resultados são um reflexo da análise comparativa do material selecionado. Neste capítulo buscamos evidenciar as similaridades e particularidades dos diferentes manuais didáticos de ecologia em nível superior utilizados no curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

O capítulo 7 traz as principais conclusões obtidas a partir da análise dos resultados apresentados no capítulo 6 e finaliza com perspectivas e possíveis desdobramentos para pesquisas futuras envolvendo a TAD na análise de manuais didáticos de nível superior, bem como de manuais escolares de ciências no ensino básico.

Capítulo 1 – O ensino de ciências à luz da TAD: Cenário atual

Buscando compreender como a ecologia e, em particular, o conceito de nicho ecológico são abordados em três diferentes cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE): Licenciatura e bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais, através da análise de cinco livros de ecologia do ensino superior, optamos por iniciar esta pesquisa com a elaboração de um panorama inicial sobre as pesquisas em ensino de ciências que adotam como aporte teórico-metodológico a teoria antropológica do didático (TAD), proposta por Chevallard (1999), fizemos um estudo cienciométrico que, de acordo com Vanti (2002), permite ao pesquisador “...traçar um perfil dos campos científicos, a posição dos principais atores dentro do mapa e as representações específicas de cada um dos ramos do conhecimento” (p. 156). Elaboramos um perfil das produções científicas realizadas nos últimos 10 anos (2010 a 2020) que tratem do ensino de ciências fazendo uso da TAD.

Além de buscar compreender o panorama atual que trata das pesquisas em ensino de ciências que adotem a TAD enquanto aporte teórico-metodológico, buscamos também analisar o estado da arte para as pesquisas ligadas ao conceito de nicho ecológico na perspectiva do ensino-aprendizagem de ecologia, visto que muitas pesquisas têm sido realizadas quanto ao tema no campo das ciências biológicas e ambientais, o que demonstra a relevância de tal conceito não apenas para a ecologia, mas para as ciências biológicas como um todo.

A TAD nasceu no seio da matemática, sendo por esta razão que a grande maioria dos estudos que fazem uso desta teoria enquanto ferramenta teórico-metodológica se debruçarem sobre a análise de objetos do saber matemáticos. Nesse sentido, optamos pela elaboração de uma revisão bibliográfica sobre o uso da TAD como aporte teórico-metodológico, com um recorte nas pesquisas ligadas ao ensino de ciências (física, química e biologia) com ênfase nos trabalhos que se debruçam na análise de materiais didáticos, em especial dos livros didáticos, no período compreendido entre 2010 e 2020, a partir do levantamento da produção bibliográfica em três categorias: a) teses e dissertações nacionais; b) eventos de relevância científica nacionais e c) artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais. Ressaltamos que nossa busca visa elaborar um panorama geral da produção científica que envolva a TAD no ensino de ciências e a aprendizagem do conceito de nicho ecológico.

A pesquisa cienciométrica foi realizada em três etapas. Na primeira etapa, fizemos o levantamento de teses e dissertações nacionais através da plataforma Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), que é desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência

e Tecnologia (IBICT). Na segunda etapa da pesquisa, passamos a buscar por trabalhos publicados em eventos científicos nacionais específicos para o ensino de ciências: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO) e Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC). A terceira etapa consistiu na busca por artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais através da plataforma periódicos Capes, levando em consideração os periódicos em educação e ensino de ciências categorizados entre Qualis A1 e B1. Para o levantamento dos trabalhos, fizemos uso das seguintes palavras-chave: “Teoria Antropológica do Didático” (Antropologic Theory of the Didactic), “Organização praxeológica” (Praxeologic Organization), Praxeologia” (Praxeology) e “Nicho ecológico” (Ecological niche).

O levantamento dos trabalhos publicados entre os anos de 2010 e 2020 mostrou 22 resultados. Destes 22 trabalhos, observamos: 2 dissertações de mestrado, 2 teses de doutorado, 12 trabalhos completos publicados em anais de eventos científicos e 6 artigos científicos publicados em periódicos acadêmicos de educação e ensino de ciências. Uma análise temporal mostrou que os períodos de maior publicação foram nos anos de 2017 e 2020, cada um com 4 trabalhos concluídos. Os trabalhos levantados são apresentados no **quadro 1**, na qual apontamos a natureza do trabalho (tese, dissertação, artigo científico ou anais de eventos científicos), o nome do evento ou periódico científico, os autores, ano de publicação e o título do trabalho.

Quadro 1. Pesquisas realizadas sobre a TAD enquanto aporte teórico-metodológico no ensino de ciências entre os anos de 2010 e 2020.

Natureza do trabalho	Evento / Periódico	Autor(es)	Ano	Título
Artigo científico	Investigações em Ensino de Ciências	Zanardi et al.	2013	Organização praxeológica de saberes escolares: Uma comparação da equação de Clapeyron em livros de física e química.
	Revista de Educación en Biología	Machado, V.	2014	La Formación Docente en Ciencias/Biología y la Organización Praxeológica.
Anais	XV EPEF	Souza e Ricardo		O uso dos momentos didáticos de Chevallard aplicados em um estudo de caso de física moderna.
Tese	-	Schivani, M.		Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do

				didático: o caso da robótica educacional.
Dissertação	-	Bueno, J. P. P.	2015	Objetos que ensinam em museus: análise do diorama do Museu de Zoologia da USP na perspectiva da praxeologia.
Anais	X ENPEC	Gondin e Machado	2015	Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos.
		Machado, V. M.		Contribuições dos momentos de estudo para o ensino de ciências/biologia segundo a Teoria Antropológica do Didático.
	VI ENEBIO	Gomes e Marandino	2016	Identificando a praxeologia de atividades de campo: Estudo do processo de ensino e aprendizagem na formação de professores.
	XI ENPEC	Fonseca e Tartarotti	2017	As consequências da ação do monitor em uma atividade de campo na formação de professores: uma abordagem praxeológica.
		Análise Praxeológica de Atividades sobre Polialelia e Grupos Sanguíneos no Livro Didático de Biologia.		
Artigo científico	Amazônia	Yamazaki et al.		Aprender como ensinar física através do livro texto de ciclo básico universitário: Um fenômeno didático em questão.
	Enseñanza de las Ciencias	Barbé et al.		El empobrecimiento matemático de las propuestas de enseñanza de física em los textos oficiales de secundaria.
Anais	VII ENEBIO	Gondin et al.	2018	A formação de professores com vistas a prática didática e a praxeologia no ensino e ciências.
		Santos, V. R.		Biodiversidade e dioramas: Um estudo sobre as abordagens de interação do público sobre a perspectiva da praxeologia.
	XII ENPEC	Silva et al.		Uma Revisão sobre a Transposição Didática e a Teoria Antropológica do Didático no Ensino das Ciências.
Tese	-	Oliveira, T. E.	2019	Adoção de inovações didáticas no ensino universitário de física na perspectiva de transposições praxeológicas.
Dissertação	-	Silva, P. N.		Situações-problema na abordagem do conteúdo cinética química: uma

				análise à luz da teoria antropológica do didático.
Anais	XVIII EPEF	Gouveia e Santos	2020	O Estudo De Modelos Atômicos E Sua Relação Com A Espectroscopia No Ensino Médio: Uma Análise Praxeológica Dos Livros De Física Do PNLD 2018.
		Percheron et al.		Reinterpretação das condições prévias à decisão de inovar à luz da Teoria Antropológica do Didático.
		Coimbra & Junior		A segunda lei da termodinâmica nos livros do ensino superior.
Artigo científico	Ciência e Educação	Silva et al.		Proposta de Análise Praxeológica de Noções de Química em Documentos Oficiais e Livros Didáticos.

Fonte: Elaborada pelo autor.

11 das 22 pesquisas adotam como objeto de análise os materiais didáticos, dentre os quais 1 trabalho completo publicado no X ENPEC sobre a organização praxeológica de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos (GONDIN & MACHADO, 2015) e 10 trabalhos ligados à análise de manuais didáticos.

Nossas análises mostraram que dos 11 trabalhos que se debruçam sobre a análise de materiais didáticos, 6 estão ligados ao ensino de física, 3 ao ensino de biologia, 1 ao ensino de química e 1 pesquisa de caráter multidisciplinar, este último tratando-se de uma análise comparativa das organizações praxeológicas da equação de Clapeyron em livros de química e física (ZANARDI et al., 2013). Quanto ao nível de ensino, verificamos que a grande maioria dos materiais didáticos analisados sob a ótica da TAD são voltadas para o ensino básico, totalizando 9 pesquisas e apenas 2 que se debruçam na análise de livros do ensino superior: 1 pesquisa que trata da segunda lei da termodinâmica (COIMBRA & JUNIOR, 2020) e 1 ressaltando a aprendizagem de física no livro texto de ciclo básico universitário (YAMAZAKI et al., 2017).

Quanto às pesquisas ligadas ao ensino/aprendizagem do conceito de nicho ecológico, identificamos 5 trabalhos, 4 publicados em anais de congressos e 1 artigo publicado em periódico científico no período entre 2014 e 2017, conforme **quadro 2**.

Quadro 2. Pesquisas realizadas sobre o ensino-aprendizagem do conceito de nicho ecológico entre os anos de 2010 e 2020.

Natureza do trabalho	Evento / Revista	Autor(es)	Ano	Título
Anais	V ENEBIO	Cortez et al.	2014	O projeto de trilha - Um diálogo entre o museu de história natural, o PIBID de biologia da UFLA e as escolas públicas do município de Lavras, MG.
Anais	V ENEBIO	Machado et al.	2014	Aplicação do jogo eletrônico Calangos no ensino do conceito de nicho ecológico.
		Carvalho et al.		Conhecimentos prévios de estudantes do ensino fundamental sobre conceitos básicos de ecologia.
	VI ENEBIO	Filho & Junior	2016	A contribuição de Fleck, Bachelard e Kuhn para a formação de professores: Uma análise de trabalhos desenvolvidos para o ensino de ecologia.
Artigo científico	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	Ferraro, J. L. S.	2017	Análise de conteúdo sobre o conceito de nicho ecológico: o que dizem os livros didáticos?

Fonte: Elaborada pelo autor.

Diferentes temáticas de pesquisa que tomaram como objeto de estudo o conceito de nicho ecológico foram observadas, tais como: A utilização de métodos de ensino para a aprendizagem do conceito através da realização de trilhas ecológicas (CORTEZ et al., 2014) e de jogos digitais (MACHADO et al., 2014), o levantamento dos conhecimentos prévios apresentados por estudantes do ensino fundamental (CARVALHO et al., 2014), a identificação dos obstáculos epistemológicos para a compreensão do conceito de nicho (FILHO & JUNIOR, 2016) e a abordagem teórica dada ao conceito em livros didáticos através da análise de conteúdo (FERRARO, 2017).

O nicho ecológico, por si só, é um tema que desperta grande interesse pela comunidade acadêmica ligada às ciências biológicas e ambientais. No Brasil, somente entre os anos de 2010 e 2020 foram cerca de 870 pesquisas, das quais 353 teses de doutorado e 521 dissertações de mestrado ligadas ao tema, no entanto, poucos são os pesquisadores que se debruçaram sobre a análise de métodos de ensino-aprendizagem ou da abordagem do conceito no contexto do ensino de ecologia, o que é validado pela existência de apenas cinco trabalhos realizados nos últimos 10 anos.

Os primeiros foram apresentados no V Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO) em 2014 e trataram do conceito sob diferentes perspectivas: Carvalho et al. (2014), analisando os conhecimentos prévios apresentados por estudantes do ensino fundamental sobre conceitos básicos em ecologia através de um questionário, composto por questões fechadas, abertas e desenhos, observaram que 45% dos estudantes compreendem parcialmente o conceito de nicho ecológico, dispondo muitas vezes de concepções alternativas que induzem a erros conceituais. Para os autores, a frequência de tais erros se explica pela confusão que os estudantes estabelecem entre os conceitos de nicho e hábitat, reforçando a concepção de Nevanpää e Law (2006) sobre as dificuldades apresentadas pelos estudantes na compreensão do conceito de nicho ecológico.

Ainda no V ENE BIO, identificamos dois trabalhos atrelados às estratégias utilizadas no ensino do conceito de nicho ecológico. O primeiro apresentado por Cortez et al. (2014), no qual os autores construíram, junto com estudantes do ensino fundamental II e ensino médio, os conceitos de hábitat e nicho ecológico através da aproximação com o ambiente natural. O ambiente natural em questão trata-se de atividades realizadas no Projeto de Trilhas e fazendo uso dos animais presentes no acervo do museu de história natural da UFLA para contextualizar a aplicação dos conceitos. Utilizou-se ainda um jogo da memória que trabalha ambos os conceitos. Os autores observaram que a contextualização possibilitou uma maior compreensão dos conceitos de hábitat e nicho, de forma que os estudantes eram capazes de identificar as particularidades de cada um.

O segundo trabalho, apresentado por Machado et al. (2014), considerou a aprendizagem do conceito de nicho Hutchinsoniano, através do jogo eletrônico “Calangos”. Para avaliação da aprendizagem através da ferramenta eletrônica, os autores aplicaram um pré-teste e um pós-teste através de questionários contendo 3 situações problemas. Os autores apontaram que 100% dos participantes jogavam com frequência o protótipo do jogo e se mostraram motivados com o uso da ferramenta. Quanto à aprendizagem do conceito, os autores observaram ainda que, durante o pré-teste, 11 dos 18 participantes mencionaram alguma variável biótica ou abiótica nas chances de sobrevivência da espécie, enquanto no pós-teste esse resultado aumentou de 17 entre os 18 estudantes. Apesar das possibilidades apresentadas pelo jogo eletrônico, Machado et al. (2014) consideram a existência de limitações quanto ao modo de utilização do protótipo, devendo este ser investigado e repensado para novos contextos de ensino.

Outro trabalho que merece destaque é a pesquisa realizada por Filho e Junior (2016) e publicada nos anais do VI ENE BIO. Nela os autores investigaram os obstáculos epistemológicos para a aprendizagem do conceito de nicho ecológico nas concepções de Grinnel (1917), Elton (1927) e Hutchinson (1957). Segundo os autores, a concepção Grinneliana que considera o nicho enquanto o tipo de local onde o organismo vive, acaba por

simplificar o conceito de nicho, desconsiderando as necessidades e tolerância de uma espécie em um determinado hábitat. Tal obstáculo pode conduzir às concepções equivocadas observadas no trabalho de Carvalho et al. (2014) sobre a confusão realizada por estudantes quanto aos conceitos de nicho e hábitat. A concepção Eltoniana, por sua vez, concebe o nicho analogamente às profissões humanas. Tal tipo de concepção antropomórfica conduz a um obstáculo animista, dificultando a apropriação historicamente produzida sobre o conceito. Por fim, a concepção Hutchinsoniana, que leva em consideração os limites de tolerância e condições necessárias para a sobrevivência de um organismo, só foi possível, uma vez ultrapassados os obstáculos epistemológicos e corrigidas as limitações dos pesquisadores anteriores.

O trabalho mais recente que trata do conceito de nicho ecológico em um contexto de ensino-aprendizagem foi o publicado por Ferraro (2017), no qual o autor faz uma análise de conteúdo para o conceito de nicho ecológico em manuais didáticos nacionais publicados entre 1996 e 2012. Para fins de análise, o autor comparou três manuais didáticos de ecologia de nível superior, com nove manuais didáticos de biologia do ensino médio, observando que, nos primeiros, “a relação dos seres com o meio está voltada aos aspectos relacionados aos gradientes ambientais, variações do meio configurado como seu hábitat” (FERRARO, 2017, p. 48). Com essa interpretação, podemos compreender que os manuais didáticos em nível superior tomam por base uma concepção de nicho ecológico frente à complexidade da comunidade biológica. Nesse sentido, quanto maior for a trama de relações estabelecidas entre uma espécie com as outras que compõem a sua biota, mais complexo será o seu posicionamento funcional e, portanto, o seu nicho ecológico.

No mesmo trabalho, Ferraro (2017) observa que nos livros didáticos de ensino médio, o conceito de nicho ecológico dá a entender que a variedade de recursos disponíveis no ambiente, justificaria a diversidade de estratégias de sobrevivência por parte das diferentes espécies de determinada comunidade biológica. Esse tipo de compreensão pode dar uma falsa ideia, ao aluno, da inesgotabilidade dos recursos. Assim sendo, o autor aponta que cabe ao professor ressaltar que o meio não é apenas uma fonte de recursos, mas o território que deve ter sua prerrogativa de sustentabilidade mantida e perpetuada.

No contexto das pesquisas envolvendo os manuais didáticos, Corrêa et al. (2011) em estudo sobre a abordagem dada ao ensino da adaptação evolutiva e da teoria de construção do nicho observam que os livros didáticos de ensino médio tendem a considerar o estudo da evolução biológica em um capítulo à parte e, muitas vezes, distante dos capítulos que tratam de ecologia. Para os autores, o diálogo entre estes dois campos do saber permitiria aos estudantes, não apenas do ensino básico, mas do ensino superior, uma melhor compreensão de conteúdos

diversos e inerentes à biologia, tais como: níveis tróficos, morfologia, fisiologia, adaptação, convergência e radiação evolutiva etc.

Assim como apontado por Ferraro (2017) e Corrêa et al. (2011) reconhecemos que o conceito de nicho ecológico deve ser compreendido à luz da evolução, particularmente sob o ponto de vista do conceito de adaptação, seja ela morfofisiológica ou comportamental. Apesar das pesquisas recentes realizadas tomando como objeto de análise o conceito de nicho ecológico, apenas Ferraro (2017) trouxe à luz uma compreensão sobre as abordagens adotadas para o conceito de nicho ecológico em livros didáticos, mesmo assim, o foco do autor estava na utilização da ferramenta análise de conteúdo para verificação das singularidades, diferenças e similaridades para o conceito de nicho, sem levar em consideração as mudanças transpositivas que moldam o conceito de nicho ecológico entre os manuais de ensino superior e os de ensino médio ou as organizações didáticas e praxeológicas ligadas à abordagem do conceito de nicho em tais manuais.

A partir destes resultados, três pontos merecem destaque: I) Poucas são as pesquisas que analisem praxeologicamente objetos do saber biológico. A maioria dos trabalhos com tal objetivo se concentram na física e, sobretudo, na matemática. II) Há pesquisas que envolvem a análise praxeológica fazendo uso dos livros didáticos enquanto objeto de análise, no entanto, a nível nacional, apenas 2 trabalhos se debruçam sobre a análise praxeológica em livros de ensino superior. A pouca atenção que tem sido dada aos manuais de ensino superior se mostra preocupante, dado que o saber escolar perpassa pela formação dos professores e, por sua vez, o processo de formação destes é também entremeado pelo uso do livro didático, fazendo-se necessário conhecermos tais materiais e III) Já existem pesquisas realizadas no processo de ensino-aprendizagem do conceito de nicho ecológico, no entanto as pesquisas levantadas não respondem às questões:

Como o conceito de nicho ecológico é apresentado nos livros didáticos de ecologia do ensino superior? Qual o hábitat e a função deste conceito nos manuais? Quais os principais conceitos, teorias e exemplos estão atrelados ao conceito de nicho e quais ostensivos são propostos pelos autores para a representação destes? Quais abordagens praxeológicas e didáticas são adotadas no tratamento deste conceito?

A partir das lacunas de investigação supracitadas, buscamos **compreender como a ecologia e, em particular, o conceito de nicho ecológico são abordados em três diferentes cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE): Licenciatura e**

bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais, através da análise de cinco livros de ecologia do ensino superior. Este objetivo nos conduz à uma investigação sobre as organizações praxeológicas e didáticas que se estabelecem na abordagem do conceito de nicho. Para fins de pesquisa, tomaremos como objeto de análise os livros didáticos de ecologia do ensino superior sugeridos nas ementas curriculares das disciplinas de ecologia que compõem o curso de licenciatura em ciências biológicas da UFPE. Especificamente buscamos:

1. Identificar o perfil da ecologia na formação dos estudantes dos cursos de licenciatura e bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ambientais da UFPE;
2. Descrever ecologicamente o conceito de nicho ecológico nos principais livros didáticos de ecologia do ensino superior;
3. Caracterizar as organizações praxeológicas para o conceito de nicho ecológico nos manuais didáticos analisados;
4. Identificar os objetos ostensivos e não-ostensivos mobilizados pelos livros didáticos na abordagem do conceito de nicho ecológico;
5. Identificar e comparar as escolhas didáticas realizadas pelos diferentes autores na abordagem do conceito de nicho ecológico nos livros didáticos analisados.

Os objetivos supracitados nos permitem compreender de que maneira o conceito de nicho ecológico é trabalhado nos livros didáticos de ecologia do ensino superior. Tal conceito se mostra extremamente relevante em tempos de crise ecológica. A nível internacional, a compreensão de nicho ecológico possibilita um maior entendimento sobre a maneira como as mudanças climáticas afetarão diretamente o nicho ecológico das diferentes espécies e porque se faz necessário, por exemplo, que os diferentes países se comprometam a estabelecerem metas relevantes em acordos internacionais como o acordo de Paris. A nível nacional, a compreensão conceitual sobre o nicho ecológico permite vislumbrar como mudanças ambientais como o desmatamento da Amazônia e o vazamento de óleo nas águas marítimas do Nordeste do país contribuem na instabilidade do nicho de certas espécies animais e vegetais e suas consequências na relação que as mesmas estabelecem com a espécie humana.

Capítulo 2 – Ecologia e Nicho ecológico

2.1. O ensino de Ecologia e o conceito de nicho ecológico

Considerando que o principal objetivo do presente estudo é o de compreender como a ecologia e, em particular, o conceito de nicho ecológico são abordados em três diferentes cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE): Licenciatura e bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais, através da análise de cinco livros de ecologia do ensino superior, faz-se necessário entendermos o que é ecologia e, conseqüentemente, nicho ecológico. A palavra Ecologia deriva do grego *oikos*, que significa “casa” ou “lugar onde se vive” e *logos*, “estudo”. Portanto, a Ecologia é o estudo das relações dos organismos com o ambiente (ODUM, 1988).

Segundo Favoretti et al. (2020) o termo Ecologia foi citado pela primeira vez pelo biólogo alemão Ernest Heinrich Haeckel, em sua obra *Generelle Morphologie der Organismen* de 1866 e definido como “a ciência capaz de compreender a relação do organismo com seu ambiente”. Para Lignani e Azevedo (2013) a intenção de Haeckel era de definir uma ciência que tivesse como objeto de estudo a relação estabelecida entre os seres vivos e destes com o meio em que eles vivem. Para os autores, estudos dessa natureza já eram realizados, antes mesmo da elaboração do termo que, ao ser cunhado, ganhou destaque reforçando a necessidade de mais estudos que se debruçassem sobre os sistemas biológicos, não apenas enquanto unidades isoladas, mas como integrantes de uma rede de interações com o meio.

No que tange ao ensino, Manzanal & Jiménez (1995) ressaltam o valor da ecologia, enquanto ciência que contempla elementos básicos que possibilitam a compreensão das relações estabelecidas entre a espécie humana e seu entorno. “Além disso, ensinar ecologia passa a ter um sentido mais amplo quando a humanidade compreende a sua relação com a biosfera e começa a questionar-se quanto ao seu papel na conservação e degradação do entorno” (MOTOKANE & TRIVELATO, 2017, p. 1). “A ecologia, assim como outras ciências, é fruto de um processo histórico, influenciada pelos contextos econômicos, políticos e sociais registrados ao longo do tempo. Desta forma, as práticas relacionadas com seus objetos de estudo podem se modificar com o tempo” (QUESADO, 2009, p. 13). Berzal e Barberá (1993) ressaltam que investigações sobre os processos de ensino-aprendizagem de conceitos ecológicos tendem a ser um dos temas que contribuem ao favorecimento das reflexões sobre o ensino de ecologia.

Muitos trabalhos publicados, no Brasil e no mundo, têm se debruçado na compreensão dos métodos e estratégias utilizados para o ensino de ecologia. Uma revisão bibliográfica das pesquisas elaboradas para o ensino de ecologia entre 2003 e 2011 (KATO et al., 2013) mostrou que a grande maioria dos trabalhos, cerca de 32% se preocupam com o método de ensino, enquanto apenas 4,5% tinham foco temático no professor. Esses dados mostram uma incongruência quanto às temáticas pesquisadas no ensino de ecologia. Apesar da identificação de lacunas e tendências relativas aos focos de estudo, Kato et al. (2013) não investigaram quais conceitos e/ou conteúdos tendem a ser investigados nas pesquisas em ensino de ecologia, o que abre uma janela de possibilidades para a pesquisa no campo.

De acordo com Motokane & Trivelato (2017), os conceitos ecológicos apresentam sua relevância, na medida em que permitem ao aprendiz desenvolver seu processo de alfabetização ambiental, letramento ecológico ou ecoletramento, conceito este elaborado pelo educador David Orr e pelo físico Fritjof Capra, na década de 1990. Para eles, a ideia era introduzir, no sistema educacional, os valores necessários que permitissem, aos estudantes, refletir sobre o bem-estar do planeta Terra e dos ecossistemas que a ele pertencem. Segundo Piñeros (2016) a noção de letramento ecológico tem como objetivo central permitir que os aprendizes, fazendo uso dos princípios orientadores da ecologia, construam comunidades humanas sustentáveis e reflexivas quanto às relações estabelecidas com o seu entorno. Munson (1994) apresenta uma tabela constando os 20 conceitos mais importantes em ecologia, a serem aprendidos pelos estudantes, **quadro 3**. Esta lista é proveniente do trabalho de Cherrett em 1989, no qual o pesquisador solicitou aos membros da *British Ecological Society* que listassem os 50 conceitos mais importantes em ecologia.

Quadro 3. Os 20 conceitos mais importantes em ecologia (Cherrett, 1989).

1	Ecosistema	11	Teias alimentares
2	Sucessão ecológica	12	Adaptação ecológica
3	Fluxo de energia	13	Heterogeneidade ecológica
4	Conservação de recursos	14	Diversidade de espécies
5	Competição	15	Regulação dependente de densidade
6	Nicho	16	Fatores limitantes
7	Ciclo da matéria	17	Capacidade de suporte
8	Comunidade	18	Sustentabilidade máxima
9	Estratégia da história de vida	19	Ciclos populacionais
10	Fragilidade dos ecossistemas	20	Interação presa-predador

Fonte: Cherrett (1989), *tradução nossa*.

Dentre os principais conceitos listados, o de *nicho ecológico* ou *econicho* talvez seja um dos pilares da ciência ecológica. Pinto-Coelho (2000), em seu livro, aponta o conceito de nicho ecológico enquanto a “unidade mais íntima da distribuição de uma espécie” (p. 16). Sendo assim, compreendemos que toda espécie, seja ela animal, vegetal ou microbiológica apresenta um nicho ecológico e, portanto, fatores e aspectos que regulam sua distribuição no espaço físico. Este conceito se apresenta essencial, na medida em que permite, aos estudantes, compreenderem outros processos e mesmo outros conceitos listados na tabela anterior, como: competição, fragilidade dos ecossistemas, fatores limitantes, adaptação ecológica, interação presa-predador, sucessão ecológica etc. Logo, o conceito de nicho não existe de forma isolada, mas em constante diálogo com os diferentes fenômenos das ciências biológicas. Pocheville (2015) aponta que o conceito de nicho permeia a ecologia, sendo um dos pilares para esta ciência, cujo significado às vezes é pouco explícito, levando a erros quanto à sua compreensão, sendo por isso encarado como conceito tautológico. “A expressão *nicho ecológico* é frequentemente mal compreendida e mal-empregada. Ela é muitas vezes usada de maneira imprecisa para descrever o tipo de lugar onde um organismo vive, como na frase: As florestas são os nichos dos pica-paus” (BEGON et al., 2007, p. 31). Neste exemplo, o que é tratado como nicho (florestas), na verdade compreende o hábitat das espécies de pica-paus.

Apesar de nascer no seio da ecologia e, buscando atingir respostas às problemáticas desta ciência, Pocheville (2015) reconhece que o conceito de nicho experimentou recentemente duas extensões adicionais: I) a construção de nicho na biologia evolutiva e II) a concepção de nicho nos estudos sobre células-tronco em biologia molecular. Um dos princípios da ecologia encontra-se no fato de que toda atividade realizada por um organismo tende a mudar o ambiente em que ele vive. Ele pode alterar as condições, como pode adicionar ou subtrair recursos do ambiente que poderiam ficar disponíveis para outro indivíduo, como quando uma árvore projeta sombra sobre outras plantas abaixo dela, reduzindo o acesso ao recurso *luz* para as demais espécies que se encontram nos estratos mais basais. Assim, “os organismos interagem quando os indivíduos influem na vida de outros” (BEGON et al., 2007, p. 238). A ideia de que espécies apresentam um dado papel em um determinado hábitat precede os estudos pós-darwinianos. Para Pocheville (2015) registros mitológicos, como os encontrados no livro do Gênesis evidenciam que as espécies existiam em um sistema natural harmonioso. Ainda na antiguidade clássica, filósofos gregos como Aristóteles descreveram o que hoje conhecemos como ecologia dos organismos, incluindo sua dieta, hábitat, comportamento e as influências de sazonalidade em sua distribuição.

No século XVIII, naturalistas como Lineu conceberam a ideia de economia da natureza, ideia na qual os seres vivos se complementam quanto aos seus papéis e funções no ambiente. Tal concepção só foi possível a partir de sua compreensão sobre a harmonia divina com os diversos estudos realizados pelos naturalistas contemporâneos. Apesar das contribuições trazidas por Lineu, foi apenas no século XIX que diferentes naturalistas desenvolveram estudos mais elaborados sobre as relações estabelecidas entre as espécies e seu respectivo hábitat, bem como sobre a interdependência existente entre os diferentes componentes do sistema natural, seja na definição dos diferentes tipos de relações bióticas: parasitismo, comensalismo e mutualismo (BENEDEN, 1878), o conceito de biocenose (MOBIUS, 1877), estudos sobre cadeias tróficas (FORBES, 1880; 1887), bem como estudos sobre sucessão ecológica vegetal e interação solo-planta (COWLES, 1899) ou a própria noção de fator limitante (LIEBIG, 1841).

Foi com os estudos desenvolvidos por Darwin que as primeiras ideias, mesmo que embrionárias, possibilitariam a compreensão de que os organismos têm um lugar na economia da natureza os quais são adaptados através do processo de seleção natural. A este fenômeno, Darwin chamou de linha da vida, comparando-a à cadeia produtiva no que se refere à profissão de um indivíduo, conforme Pocheville (2015). O termo nicho só foi cunhado em 1910 por Roswell Johnson, fazendo uso do termo para explicar a ideia de lugar ocupado por uma espécie em um determinado ambiente. Apesar de ter proposto o termo, foi apenas com o trabalho de Grinnell e Swarth (1913) “*An Account of the Birds and Mammals of the San Jacinto Area of Southern California with Rewards upon the Behavior of Geographic Races on the Margins of their Habitats*” que o conceito de nicho pôde ser observado na prática, do ponto de vista da pesquisa e com diferentes espécies de organismos, como apontado na citação a seguir:

Para Grinnell, o termo nicho abrangia tudo o que condicionava a existência de uma espécie em um determinado local, incluindo fatores abióticos como temperatura, umidade, precipitação e fatores bióticos como a presença de alimentos, competidores, predadores, abrigos etc. (POCHEVILLE, 2015, p. 547).

Em outras palavras, Joseph Grinnell (1917, 1928) usou a palavra nicho para designar o conceito final de unidade de distribuição, dentro da qual cada espécie seria mantida por suas limitações estruturais e instintivas, logo nenhum par de espécies poderia ocupar o mesmo nicho ecológico no mesmo espaço territorial por muito tempo. Nesse sentido, o fato de considerar o nicho em termos de micro-habitat, possibilitou a compreensão do que hoje é chamado de nicho espacial, de acordo com Odum e Barrett (2007). Para os autores, o nicho ecológico seria definido como um lugar que uma dada espécie pode ocupar na natureza, determinado por seus

requisitos abióticos, preferências alimentares, características de micro-habitat, especialização diurna e sazonal ou prevenção de predação. Esse conceito de nicho é mais relevante nos campos da biogeografia e da macro ecologia do que na ecologia de comunidades ou de ecossistemas.

Em seu trabalho, Grinnell (1924) propõe uma escala hierárquica ecológica, análoga à escala de hierarquia taxonômica dos seres vivos, sendo que, ao invés de trabalhar com níveis que vão de reino às subespécies, o autor propõe uma escala que, em ordem decrescente vai de reinos, passando por regiões, zonas de vida, áreas faunísticas, associações vegetacionais e chegando ao menor nível representado pelos nichos ecológicos ou nichos ambientais. Em seu trabalho, Grinnell (1924) aponta que os níveis mais elevados (reinos, regiões e áreas de vida) são determinados por fatores abióticos, enquanto os níveis mais baixos, incluindo o próprio nível de nicho ecológico está ligado a fatores bióticos.

Charles Elton, considerado o segundo pai do conceito de nicho ecológico, em seu trabalho "*Animal Ecology*" de 1927 se concentrou em equivalentes ecológicos, mas em um programa de pesquisa diferente. Elton procurou invariâncias das estruturas da comunidade através de quatro áreas de estudo que focaram nas relações tróficas: (a) cadeias alimentares, que se combinam para formar um ciclo alimentar completo, (b) a relação entre o tamanho de um organismo e o tamanho de seu alimento, (c) o nicho de um organismo, ou seja, "o lugar do animal em sua comunidade, suas relações com alimentos e inimigos e, em certa medida, com outros fatores também", e (d) a "pirâmide de números" (o fato de que os organismos na base das cadeias alimentares são mais abundantes, em uma certa ordem de magnitude, do que os organismos no fim da cadeia).

Como apontado anteriormente, Elton (1927) definiu o conceito de nicho a partir do posicionamento dos organismos nas cadeias tróficas (carnívoros, herbívoros, decompositores ou produtores), embora outros fatores, como o micro-habitat, propostos por Grinnell (1924) também fizessem parte do nicho de uma determinada espécie. Nesse sentido, cada espécie teria um papel particular dentro de determinado ecossistema e sua dinâmica, sendo um desses papéis desempenhados por diferentes espécies em diferentes lugares. Para Odum e Barrett (2007), Elton foi um dos primeiros a utilizar o termo nicho com um sentido funcional de um organismo em sua comunidade biológica. Segundo os autores, a influência do pensamento ecológico de Elton foi determinante para a ruptura com a ideia de que hábitat e nicho são sinônimos, dado a relevância atribuída às transferências energéticas, sendo esta versão do conceito chamada de nicho trófico ou nicho funcional.

Na década de 1930, Georgyi Frantsevich Gause realizou experimentos com populações de diferentes espécies de paramécios (*Paramecium caudata* e *Paramecium aurelia*) que

competiam para se alimentar de um mesmo recurso, *Didinium sp.* Os resultados de seu experimento, confirmaram a ideia de nicho trófico proposta por Elton (1927), concluindo que duas espécies ocupando o mesmo nicho em um ambiente homogêneo não podem coexistir, levando à exclusão de uma das duas (Gause, 1934). Este princípio seria posteriormente designado princípio de Gause ou princípio da exclusão competitiva.

Trabalhos parecidos conduzidos por Thomas Park (1948) com duas espécies de besouros do gênero *Tribolium sp.* (*Tribolium confusum* e *Tribolium castaneum*) apontaram conclusões semelhantes. Segundo Pocheville (2015) os experimentos de Gause e de outros pesquisadores possibilitaram a compreensão de que não seria o nicho, mas a dinâmica populacional que agiria enquanto fator determinante da exclusão competitiva, levando a uma aceitação maior da ideia de nicho enquanto aspecto funcional da espécie, em detrimento da proposta de nicho como hábitat proposta por Grinnell (1924). Assim sendo, a competição é uma forma de interação relacionada a recursos entre dois ou mais organismos (BIRCH, 1957; KLOMP, 1961). De acordo com Diamond, (1978) a competição deve ser entendida em conexão com o conceito de nicho, uma vez que alguma semelhança ou sobreposição em nichos é um pré-requisito da competição e, uma vez que as mudanças de nicho fornecem a evidência mais clara da competição.

Em 1957, George Evelyn Hutchinson formalizou o conceito de nicho enquanto um hipervolume ou espaço ecológico multidimensional, sendo este um atributo da espécie e não do ambiente que ela ocupa, descrito em um determinado espaço pelas variáveis ambientais, (bióticas e abióticas), algumas destas representando os limites da viabilidade das espécies para reproduzir e sobreviver. Essa ideia de nicho proposta por Hutchinson pode ser enxergada como uma simples formalização do conceito original de nicho grinnelliano, relativo às descrições exatas do hábitat e dos diversos requisitos para a existência de uma espécie. Na visão de Hutchinson, os nichos ecológicos são dinâmicos, de forma que a presença de uma espécie que restringe a presença de outra através da competição interespecífica, conduz à uma modificação da posição dos nichos das espécies dentro do espaço multidimensional. Essa compreensão de nicho permitiu a subdivisão da ideia de nicho em duas categorias: nicho fundamental e nicho realizado ou efetivo.

Para Hutchinson (1957) o nicho fundamental compreende uma nuvem multidimensional de condições favoráveis determinadas por todas as variáveis ambientais, contendo os limites ou o estado do meio ambiente que permitiria à espécie se reproduzir e sobreviver indefinidamente, entretanto o nicho efetivamente ocupado pela espécie é restrito às regiões do nicho fundamental onde a espécie não é excluída por seus competidores. Nesse sentido, poderíamos considerar que

uma espécie X com aptidões fisiológicas para viver em intervalos de temperatura entre 10 e 30 °C (*nicho fundamental*) não ocupará todos os espaços que apresentem tal temperatura, mas se restringirá às faixas de temperatura entre 18 e 22 °C, por exemplo, onde outras espécies (Y, Z, W ...) não poderão estabelecer uma relação de competição (*nicho efetivo*). Neste exemplo tratamos de uma única dimensão do nicho, a temperatura, entretanto nas palavras de Odum e Barrett (2007):

G. E. Hutchinson (1957) sugeriu que o nicho poderia ser visualizado como um espaço multidimensional ou hipervolume dentro do qual o ambiente permite a um indivíduo ou espécie sobreviver indefinidamente. O nicho de Hutchinson, que pode ser designado *nicho multidimensional* ou *nicho hipervolumétrico*, pode ser medido e manipulado matematicamente (ODUM & BARRETT, 2007, p. 313).

Assim sendo, as concepções de nicho fundamental e nicho efetivo propostas por Hutchinson (1957) se assemelham aos níveis hierárquicos de distribuição espacial das espécies propostas por Grinnell (1924). Descrevemos, portanto, três concepções de nicho: a de Grinnell (1917), a de Elton (1927) e a de Hutchinson (1957). No entanto, existe uma diferença entre as concepções de nicho propostas por Grinnell e Elton, quando comparadas àquela proposta por Hutchinson. Os primeiros teóricos enfatizam a similaridade de nichos ocupados em áreas geográficas distintas, enquanto o último enfatiza a similaridade de nichos entre diferentes espécies em um mesmo espaço geográfico, o que nos leva à compreensão de uma competição por recursos por parte das espécies que apresentam nichos similares. Não é de se estranhar que a concepção de nicho proposta por Hutchinson (1957) tenha encontrado embasamento nos estudos realizados por Gause (1934) sobre exclusão competitiva. Sendo assim, Hutchinson (1957) considera que a competição por recursos poderia levar a mudanças no nicho de uma espécie e, como consequência, redução na similaridade de nichos.

Na década de 1960, Robert MacArthur, Richard Levins e colegas estenderam a abordagem de Hutchinson e reformularam o conceito de nicho novamente. Para MacArthur e Levins (1967) o conceito de nicho estava ligado à frequência de utilização de um dado recurso, podendo variar de 0 a 100%, na qual 0% seria a ausência de utilização de dado recurso pela espécie, enquanto 100% seria a utilização exclusiva. Dada sua operacionalidade, Schoener (1989) apontou que tal conceito se mostrava muito mais fácil de ser manipulado quando comparado às perspectivas anteriores. É nesse contexto, e na elaboração de vários modelos de pesquisa empírica, que surgiu a teoria de nicho. Para o autor, a teoria de nicho lidava

essencialmente com a competição. Schoener (1989), com a teoria de nicho, explicaria as regras de montagem e coexistência de comunidades, seu grau de saturação ou de invasão, o número, abundância, bem como o grau de similaridade das espécies que as compõem.

Em modelos de evolução de nicho, o nicho é definido no nível do organismo e esses nichos do organismo variam dentro de uma espécie. O nicho de uma espécie se torna uma nuvem de pontos ou uma densidade de probabilidade de utilização, que pode ser dividida em componentes "intra" e "inter" do organismo (GRIESEMER, 1992, p. 239).

Griesemer (1992) nos leva a crer que o componente nicho não depende apenas de fatores abióticos (do ambiente) e bióticos (de outras espécies), mas atribui-se a isso, aspectos genéticos, de maneira que a variabilidade genética interferirá diretamente na performance de nicho apresentada por uma espécie, ou seja, dois indivíduos de uma mesma espécie poderão apresentar diferentes limites de tolerância para o aumento de temperatura, por exemplo, visto que ambos são geneticamente diferentes. Tais perspectivas podem estar relacionadas a outros aspectos como a genética de populações e a seleção natural.

O entusiasmo pela teoria do nicho centrado na competição foi seguido por uma reação negativa na década de 1980. Autores, como Simberloff (1978) e Strong (1980), mostraram que muitos estudos sobre padrões de competição não envolviam hipóteses nulas adequadas, questionando sua validade e a importância da teoria. Schoener (1989) afirmou que a teoria do nicho também havia sido enfraquecida por seus próprios desenvolvimentos: cada novo tratamento parecia produzir resultados novos e inesperados, que não convergiam para uma teoria geral ou utilizável. No entanto, segundo Chase e Leibold (2003) a ênfase na competição diminuiu à medida que uma visão mais pluralista da coexistência se desenvolveu, com modelos que levam em conta a predação, estresses abióticos, mutualismo ou a heterogeneidade espaço-temporal extrínseca e intrínseca, o que pareceu marcar um retorno às primeiras concepções Grinnellianas e Eltonianas, embora não tenha impedido que o conceito de nicho permanecesse, de modo geral, intimamente enredado com a competição. Para Alley (1982) a competição entre espécies é quase certamente uma consequência necessária da sobreposição de nicho. “Faz parte do princípio da exclusão competitiva assumir que a coexistência de quaisquer duas espécies, não importa o quão semelhantes possam parecer, implica que elas não estão em competição verdadeira” (WANGERSKY, 1978, p. 373).

Após este cenário de incertezas e disputas no campo científico que colocavam em jogo o conceito de nicho ecológico, ecologistas empíricos agora se mostravam céticos sobre a utilidade da teoria e focaram em testar hipóteses muito básicas com rigorosos modelos nulos

sobre a presença ou ausência de interações entre espécies, principalmente da competição, o que conduziu a estudos de diversidade de espécies. Estudos relacionados à abundância e distribuição em grandes escalas foram abandonados em favor de estudos de interações locais, mais adequados aos experimentos, conforme apontado por Chase e Leibold (2003). Para os autores o nicho poderia ser definido como o conjunto das respostas do organismo e seus impactos no ambiente.

Chase e Leibold (2003) mostraram que, dentro da ecologia de um organismo, devemos distinguir os impactos de um dado fator ecológico sobre ele, ou seja, sua resposta ao fator, em particular suas necessidades, e os impactos do organismo sobre o fator ecológico. Os autores destacam ainda a integração de seu conceito na exploração de processos heterogêneos em escalas múltiplas, que devem atender aos desafios da ecologia contemporânea, como a degradação do habitat, extinções, invasões, ou mesmo em processos complexos como o de sucessão ecológica, na qual algumas espécies afetam fortemente o meio abiótico que são capazes de possibilitar o surgimento de possíveis nichos para toda uma comunidade biológica. Tais espécies são conhecidas como engenheiros do ecossistema e o processo no qual um organismo modifica sistematicamente seu próprio nicho (componentes bióticos e abióticos) é chamado de construção de nicho. Logo, a evolução de uma comunidade biológica pode ser vista como um processo de coevolução de nichos ecológicos e não das próprias espécies.

Vale ressaltar que desde os tempos de Grinnell (anos 1920), o nicho tem sido relacionado à diversidade da coexistência de espécies, na qual diversas espécies coexistem porque cada uma ocupa seu próprio nicho. Schoener (1989) considera que a competição leva a uma segregação de nichos. Para o autor, mesmo quando nenhuma espécie é excluída, cada espécie tem sua utilização de zonas de sobreposição reduzida pela presença de competidores interespecíficos. Porém, uma consequência disso é que se a sobreposição aumenta a competição, esta, por sua vez, reduzirá a sobreposição, tanto no tempo ecológico, pela modificação dos nichos realizados, quanto no tempo evolutivo pela modificação dos nichos fundamentais. Compreendemos, desta maneira, que o princípio da exclusão competitiva é característica fundamental na ecologia de comunidades e muito deste campo foi dedicado ao estudo de como as espécies com requisitos ecológicos semelhantes podem coexistir.

Como vimos anteriormente, a coexistência de espécies é frequentemente garantida pela separação de nichos, na qual a mudança destes pode resultar da exclusão competitiva de uma espécie no espaço ecológico onde os mesmos se sobrepõem, ou através da coevolução de espécies concorrentes, favorecendo, em cada espécie, os fenótipos que diferem do fenótipo do competidor. Recentemente, Hubbell (2001) pôs em xeque o conceito de nicho, fornecendo uma

nova teoria sobre a diversidade dentro de uma comunidade biológica, a teoria neutra, na qual esta teoria seria definida em termos de distribuição e abundância das espécies, afirmando que elas possuem o mesmo nicho, sendo que os indivíduos possuem as mesmas aptidões independentemente de espécie. Nessa teoria, a dinâmica da comunidade é aleatória e não depende de sua composição. “A teoria neutra, portanto, propõe, em ecologia, nada menos do que a negação da abordagem darwiniana, em que os próprios padrões de competição dentro e entre as espécies determinam a montagem da comunidade” (LEIGH, 2007, p. 2081).

Hubbell (2001) reformulou os modelos neutralistas em seu trabalho *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*, que logo se tornaria um dos best-sellers, gerando assim grandes controvérsias nas discussões científicas, de acordo com Leigh (2007). Para Hubbell (2001) um modelo neutro descreve uma comunidade de indivíduos, pertencentes a genótipos e espécies com comportamento simétrico, que está sujeita ao aparecimento de novos tipos, seja via mutação e especiação ou através da perda de tipos por deriva estocástica. A diversidade de indivíduos é um equilíbrio dinâmico entre a extinção das espécies já existentes e o surgimento de novas variedades. Nesse sentido, Pocheville (2015) afirma que os modelos neutros seriam, na sua essência, modelos de completa sobreposição de nicho e adequações simétricas.

A teoria neutra foi originalmente desenvolvida para descrever padrões relativos de abundância de espécies em um gráfico. O escopo de aplicação foi então estendido para curvas de área de espécies, para relações abundância-tamanho, para a interpretação de padrões espaciais, *autocorrelação espacial*, e de padrões temporais, *autocorrelação temporal*, na composição e diversidade de uma comunidade em seu espaço padrão (POCHEVILLE, 2015, p. 569).

Segundo Bell et al. (2006), uma das diferenças entre a teoria neutra e a teoria de nicho é que a primeira interpreta a distribuição de abundâncias em termos do número de indivíduos de novos tipos que ocorrem em cada geração, seja por especiação e/ou migração, enquanto a teoria de nicho assume que a distribuição de abundância é determinada pela distribuição de nichos. O autor relata ainda um outro objetivo da teoria neutra que seria o de explicar a distribuição aglutinada de organismos coespecíficos. A interpretação tradicional, em termos de nicho, consistia em assumir que a distribuição espacial não aleatória dos organismos refletia a adaptação local aos fatores ambientais que foram eles próprios distribuídos de forma não aleatória, sendo mais provável que os locais remotos fossem diferentes. Por outro lado, Bell et

al. (2001) ressaltam que a teoria neutra assume uma distribuição aglutinada, devendo esta ser explicada em termos de dispersão local, nos quais os locais mais distantes trocariam menos migrantes entre si.

Para Pocheville (2015) a suposta estabilidade de coexistência de um conjunto de espécies, entretanto, é a justificativa para a teoria do nicho. Em contrapartida a teoria neutra assume explicitamente que a composição de uma comunidade sofre deriva, ou seja, ela passa por um passeio aleatório. Portanto, a composição de uma comunidade neutra não apresenta equilíbrio nem resiliência, embora, é claro, seja caracterizada por processos de autocorrelação temporal devido ao dinamismo populacional. Os trabalhos de Clark et. al. (2004, 2007) e Clark (2009) forneceram uma visão interessante sobre o contraste entre os modelos de nicho e neutros. Segundo estes autores, cada tipo de modelo apresenta falhas quanto à explicação da diversidade: Os modelos de nicho apresentam pouquíssimas concessões e sobreposições muito grandes no campo em comparação com os requisitos dos modelos, enquanto os modelos neutros, por sua vez, não explicam a estabilidade observada e a resiliência das comunidades.

Em linhas gerais, embora o significado da palavra “nicho”, em ecologia, tenha mudado substancialmente ao longo de um século de existência, seus múltiplos significados giram em torno da visão darwiniana de ecossistemas que são estruturados em torno da luta pela sobrevivência. Originalmente, a palavra significava um lugar no ecossistema, no sentido de relação com recursos, predadores e hábitat. Grinnell e Elton, ao comparar comunidades, passaram a se interessar por equivalentes ecológicos, ou seja, espécies com nichos semelhantes em diferentes locais ou ecossistemas: a palavra “nicho” foi tingida com conotações sobre a invariância estrutural dos ecossistemas.

A ideia de que duas espécies coexistindo no mesmo lugar devem ocupar nichos diferentes, já presentes em Darwin e seus sucessores, incluindo Gause que, posteriormente, seria conhecido pelo seu princípio da exclusão competitiva, forneceu o arcabouço para a redefinição do conceito por Hutchinson. Este autor formalizou o conceito de nicho de uma espécie como o volume, no espaço das variáveis ambientais, onde a espécie pode sobreviver indefinidamente, chamando-a de *nicho fundamental*. Para o autor, o nicho fundamental seria o conjunto de todos os intervalos de variação potencialmente exploráveis pela espécie, no entanto este volume está limitado pela interação com os concorrentes presentes, onde a espécie sobrevive de fato, chamando-a de *nicho realizado*. O nicho, para Hutchinson, era característico de cada espécie, e a invariância estrutural do ecossistema não era mais pressuposta. Com essa formalização, Hutchinson preparou o terreno para a quantificação das diferenças de nicho que

permitiam a coexistência e as semelhanças que levavam à exclusão, preocupação já presente em Darwin (1859).

Além disso, é notável que na história da pesquisa sobre o princípio da exclusão competitiva, particularmente no trabalho de Hutchinson (1957), o status de princípio oscilou entre a concepção de que a coexistência de espécies implica uma certa dissimilaridade, mesmo que não seja detectada (*princípio teórico*) e na previsão, por meio de medidas de nichos de coexistência ou exclusão, ou por meio de observações de coexistência, a existência de diferenças de nicho (*princípio empírico*). De acordo com Wangersky (1978), a evidência de exclusão competitiva em populações naturais é, na melhor das hipóteses, irregular e frequentemente quase anedótica e o autor vai mais além ao sugerir que provavelmente a exclusão competitiva seja raramente um efeito observado fora do laboratório em condições hipotéticas. Alley (1982), por sua vez, acredita que uma definição viável do conceito de nicho precisa ser baseada mais em dados ecológicos de comunidades naturais e menos em modelos ecológicos idealizados e dados de experimentos de laboratório altamente artificiais.

Gradualmente, a crescente teoria do nicho foi se revelando limitada para produzir resultados gerais no que diz respeito à sobreposição de nichos entre diferentes espécies. Ao mesmo tempo, uma abordagem mais mecanicista estava surgindo, baseada na explicitação dos mecanismos subjacentes de competição e de outras interações interespecíficas, como a dinâmica do consumo de recursos. O uso do conceito vem diminuindo desde a década de 1980. Embora a abordagem mecanicista esteja na linhagem das abordagens anteriores, o conceito de nicho não estava mais central. No entanto, é a partir dessa abordagem mecanicista que Chase e Leibold (2003) produziram sua reformulação conceitual, com o objetivo de devolver ao conceito de nicho seu papel de uma estrutura para o pensamento sintético em ecologia. O nicho era, pois, uma visualização dos mecanismos ecológicos, em outras palavras, o nicho seria a conjunção das respostas e dos impactos sobre os fatores ambientais.

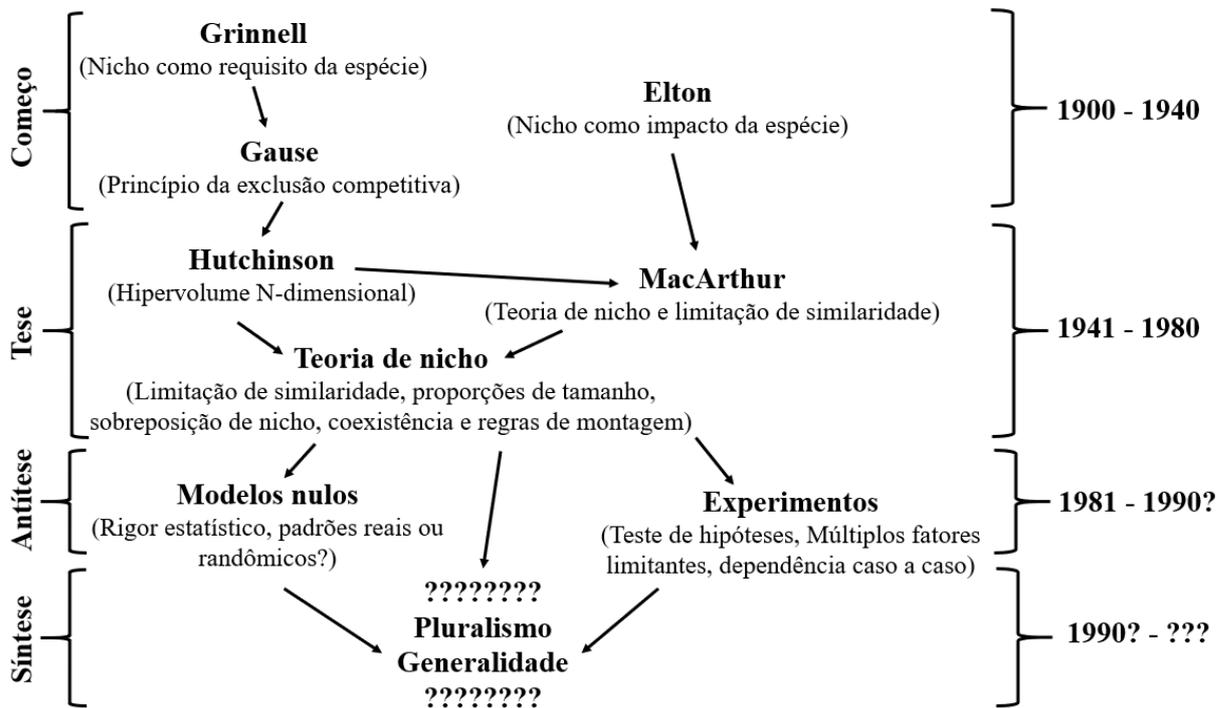
Quaisquer que fossem as diferenças entre os múltiplos significados do conceito, o nicho seria um modelo da relação entre o organismo e seu meio ambiente. Este modelo foi limitado a uma área de sustentabilidade no sentido de Hutchinson (1957) ou uma distribuição de utilização na teoria do nicho, e incorpora o impacto do organismo em fatores ambientais em autores como Grinnell (1924), Elton (1927), Chase e Leibold (2003). Este relacionamento não pode ser alterado, no entanto as condições ambientais e a demografia das espécies podem mudar. No programa de construção da concepção de nicho, o nicho é modificável, mas o significado oscila entre o modelo de relação com o meio ambiente (o conjunto de pressões de seleção experimentadas pelo organismo, que podem se referir ao invariante do modelo) e o estado do

meio ambiente (que seria nesse sentido, uma variável). Essa oscilação gera confusão sobre o *status* explicativo do nicho.

Sabe-se que o conceito de nicho foi cunhado como parte de uma explicação da coexistência de espécies. Apesar de sua tendência, em princípio, de se excluírem, as diferenças de nicho atuam enquanto fatores estabilizadores da coexistência. A teoria neutra, ao contrário, explica a diversidade observada sem assumir diferenças de nichos. O paradoxo é apenas aparente. A coexistência, no sentido de uma certa estabilidade da composição de uma comunidade, não é um princípio da teoria neutra que supõe, em vez disso, uma composição dinâmica e instável da comunidade biológica. A teoria neutra foi elaborada a fim de prever distribuições de abundância de espécies no nível da comunidade e não de identificar quais espécies seriam abundantes ou raras, o que vem sob o portfólio de uma teoria baseada no conceito de nicho. Apesar de algumas tentativas de Hubbell (2006), a teoria neutra não conseguiu explicar, por exemplo, por que o princípio da exclusão competitiva não seria aplicável, em outras palavras, por que as espécies deveriam evoluir a partir de aptidões iguais.

Percebemos que os padrões de diversidade, na maioria das vezes, não discriminam as suposições de uma estabilização da comunidade ou uma equivalência de espécies, o que significa que esses padrões não podem ser interpretados como evidências que favorecem qualquer hipótese. Como tal, a teoria neutra expandiu a família de modelos capazes de explicar os padrões de diversidade, o que por sua vez ajuda a compreender melhor os pressupostos que não são necessários para a explicação desses padrões. Desta forma, as contribuições da teoria neutra não se limitam aos pressupostos de equivalências de aptidão ecológica e média: A ênfase na dispersão limitada, na estocasticidade e nos efeitos da amostragem são completamente destacáveis dos pressupostos de equivalência e integráveis em uma teoria mecanicista. A teoria neutra representa, portanto, uma primeira entrada em áreas teóricas difíceis, como soluções analíticas de modelos espacialmente explícitos. A suposição de equivalência de aptidão, que era central na origem, deveria então aparecer apenas como um caso limite. Uma breve progressão do conceito de nicho através do tempo é apresentada na **figura 1**.

Figura 1. A progressão do conceito de nicho ao longo do tempo com a progressão dialética associada de ideias.



Fonte: Chase e Leibold (2003), *tradução nossa*.

Apesar da breve revisão histórica apresentada nesta seção, fica evidente que o conceito de nicho não se limita à sua simples definição, mas auxilia na compreensão de processos ecológicos mais complexos, como o da exclusão competitiva de Gause, levando a teorias igualmente complexas e centrais para o campo da ecologia, como a teoria neutra e a teoria de nicho. Nesse trabalho, não adentraremos nas questões complexas que tangem o conceito de nicho ecológico, mas buscaremos identificar onde e como vive este conceito, descrevendo suas organizações praxeológicas e didáticas nos manuais didáticos de ecologia do ensino superior. Para tanto, vale à pena tecermos uma breve discussão sobre os obstáculos didáticos que acometem o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos, princípios e teorias ecológicas.

2.2. Obstáculos didáticos no ensino-aprendizagem de ecologia

Por ser um tema interdisciplinar, a ecologia tipifica as várias demandas impostas no ensino de ciências. De acordo com Wilson (2009) uma menor atenção dispensada às questões epistemológicas da ecologia, quando comparada à física, química ou à própria biologia, poderia

estar relacionada a três principais razões: 1) compreender uma área com uma variedade muito grande de subcampos (objetos de estudo e perspectivas teórico-metodológicas), 2) ser uma ciência relativamente jovem, e 3) ter pesquisadores menos engajados nesse tipo de discussão, ou seja, grande parte dos pesquisadores em ecologia se preocupam com pesquisas em ecologia propriamente dita que com as questões epistemológicas à ela relacionadas. Cherif (1992) em seu trabalho sobre as barreiras existentes para o ensino de ecologia nas escolas de ensino médio norte-americanas, identifica nove grandes barreiras didáticas que dificultam os processos de ensino-aprendizagem da ciência ecológica.

A primeira barreira está ligada a um negligenciamento, por parte dos ecólogos, quanto às questões sociais e educacionais, restringindo o desenvolvimento da ecologia à comunidade científica, o que aprofunda cada vez mais o abismo entre a ecologia escolar e a ecologia, dita acadêmica. Segundo Cherif (1992), em uma discussão sobre ética ambiental na conferência: *Perspectives on Environmental Education*, em 23 de novembro de 1989, na universidade Simon Fraser, dois professores, S. Rowe da universidade de Saskatchewan e F. Fisher da universidade Simon Fraser, ambas no Canadá, apontaram que a falta de preocupação educacional entre os ecologistas se dá, graças a uma tendência existente na comunidade acadêmica em atribuir menor relevância ao trabalho dos cientistas que também estão envolvidos com questões sociais e educacionais.

Para Cherif (1992), a falha dos ecologistas em associar os pressupostos educacionais à ecologia, em si, torna-se um grande problema. Os especialistas precisam ser educados para que possam transmitir seus conhecimentos ao público, em geral, por meio de canais educacionais. “Os ecologistas que se envolvem em questões educacionais e sociais poderiam fazer um trabalho melhor se tivessem experiência suficiente para facilitar o desenvolvimento de um comportamento ambientalmente responsável” (CHERIF, 1992, p. 37).

Se por um lado os ecologistas não demonstram interesse pelo ensino de ecologia no ensino básico, por outro os professores de ciências se sentem menos à vontade, no que diz respeito ao tema, o que Cherif (1992) aponta como sendo a segunda barreira didática. O autor ressalta duas principais causas para essa falta de interesse por parte dos educadores: 1) a falta de comunicação e trocas com a comunidade científica e 2) negligência, por parte dos filósofos contemporâneos no que diz respeito aos fenômenos ligados ao tema. Se na época em que o trabalho de Cherif (1992) foi publicado, a comunidade filosófica demonstrava uma grande ausência na discussão dos temas em ecologia, é certo que essa realidade mudou consideravelmente. Não só as universidades e os espaços educacionais de ensino básico deram mais espaço e visibilidade às discussões de cunho ambiental através de conferências específicas

ligadas ao tema, como os congressos nacionais de ecologia e de educação ambiental, mas a própria sociedade mostrou-se mais aberta e receptiva a acolher tais discussões, como a elaboração e reformulação da lei 9.985 de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades e Conservação (SNUC) e a lei 9.795 de 1999 que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA).

Apesar dos conflitos existentes entre os pesquisadores nos centros de pesquisa e os professores no ensino básico, De Assis e Machado (2016), ao analisarem o conteúdo de ecologia em livros didáticos de ensino médio comparando-os com a abordagem apresentada nos livros de ecologia do ensino superior, defendem que o estudo de ecologia tem sido um elemento central nas discussões entre pesquisadores e educadores. Tal preocupação estaria relacionada, principalmente, à relevância apresentada por esta ciência, bem como uma forte necessidade de sensibilizar cada vez mais as pessoas para as problemáticas ambientais que atingem a sociedade atual e as diferentes formas de repensar o manejo e a relação estabelecida entre sociedade e natureza. No contexto do ensino médio, porém, Kato et al. (2013) acreditam que o ensino de ecologia se encontra comumente dissociado do conhecimento prático, acarretando assim em um certo desinteresse por parte do corpo docente ou em relação à própria matéria.

A terceira barreira didática apontada por Cherif (1992) está relacionada à falta de clareza sobre a natureza da ecologia e do desenvolvimento de um currículo para a área. Para o autor, existe uma grande dificuldade de aproximação entre os professores de ciências do ensino básico e a própria ecologia, visto que a grande maioria não consegue acompanhar os avanços desta área de conhecimento, desconhecendo, muitas vezes, as terminologias e a linguagem ecológica utilizada pela comunidade científica. Um dos pontos apontados por Goldsmith (1992) em seu livro *The way: An ecological world view* foi sobre o alto grau de reducionismo na definição do que seria a ecologia, enquanto ciência que estuda a relação dos organismos com o seu ambiente. Para o autor, este tipo de definição, se concentra nas partes da natureza que estão isoladas, excluindo a espécie humana deste processo.

Um estudo mais recente, realizado por Seniciato e Cavassan (2009) com professores de ecologia e estudantes de graduação em licenciatura em ciências biológicas da Unesp, ressalta que uma das principais razões causadoras da grande dificuldade de compreensão dos temas em ecologia, pelos estudantes, está no fato do ensino de ecologia ser, geralmente, desvinculado da realidade do aluno, sendo feito por meio da transmissão de conceitos e noções sem ligação com o local e com a teoria correspondente. Desta forma, o estudante experimenta um distanciamento, não se vendo como pertencente aos processos e interações ecológicas, corroborando assim com as afirmações feitas por Goldsmith (1988), há cerca de duas décadas.

Durante muito tempo a ecologia foi percebida como um assunto difícil para os alunos, pois estes tinham dificuldade em entender conceitos como: População, frequência de uma população, organização de ecossistemas e a relação entre os conceitos: Indivíduo, espécie e população (FERRARI & CHI, 1998, p. 1244).

De Assis e Machado (2016) desenvolveram um estudo que reitera a conclusão de Goldsmith (1988) sobre as dificuldades em relação ao reducionismo no ensino de ecologia. Neste estudo, as autoras analisaram a abordagem do conteúdo de ecologia em livros didáticos de biologia do ensino médio propostos pelo PNLD (2012). De acordo com a pesquisa, cerca de 30% das obras analisadas apresentam um déficit quanto à adequação ao uso da terminologia científica nos manuais de biologia. Em outras palavras, no contexto do capítulo, não houvera sido realizado o esclarecimento adequado da terminologia científica. Ressaltamos a necessidade de atribuir significado aos conceitos e termos científicos ao longo do capítulo, de maneira a melhor compreender os termos científicos no contexto ao qual eles se inserem. Jotta (2008) acredita que os termos técnicos podem vir a tornar-se um grande obstáculo na aprendizagem de ciências, de maneira que tais termos não podem, na maioria das vezes, ser libertados da carga de significados que a eles estão associados, ou seja tais termos precisam ser contextualizados ou, muitas vezes, explicados isoladamente para, em seguida, serem compreendidos no contexto do texto científico.

Talvez esta falta de clareza quanto à natureza da ecologia esteja extremamente relacionada à falta de associação entre as áreas de conhecimento da arqueologia e da antropologia. Cherif (1992) considera essa problemática como uma quarta barreira didática, apontando que a arqueologia e a antropologia são áreas de estudo que possibilitam compreender de que forma outras sociedades utilizam/utilizavam os recursos naturais presentes em seu entorno para o seu desenvolvimento social, sendo ele um processo harmônico ou desarmônico. “A própria definição antropológica de ecologia inclui a consideração dos ambientes sociais e culturais da sociedade e a adaptação da cultura e da sociedade aos recursos e limitações do ambiente físico” (BARNES e RICHBURY, 1973, p.1).

Sponsel (1987) ressalta a existência de uma escassa atenção dada à antropologia e arqueologia nos livros didáticos, periódicos e guias curriculares de ciências naturais e educação ambiental, de forma geral, podendo indicar que, além do interesse pelas questões metodológicas, parece existir pouca preocupação que busque aproximar os educadores, especialmente os professores de ciências, com o que os pesquisadores em ecologia (ecólogos, biólogos e oceanógrafos, por exemplo) vêm fazendo e como seu trabalho pode ser usado em

processos de educação ambiental. Apesar da preocupação apontada por Sponsel (1987), uma grande quantidade de pesquisas vem sendo feitas nos campos da etnoecologia.

“Atualmente, a maioria dos estudos etnoecológicos enfocam o estudo do conhecimento ecológico tradicional sob uma abordagem altamente holística. Tal abordagem inclui, entre outras, análises de como o conhecimento ecológico tradicional é gerado, sua história, suas funções sociais e ecológicas, bem como sua relação com a cultura dominante, com a qual as sociedades detentoras desse conhecimento interagem” (MALLÉN et al. 2012, p. 11).

Tais estudos, se bem explorados em sala de aula, possibilitarão aos estudantes de ensino básico um maior interesse no que tange aos conceitos e processos ecológicos. A quinta barreira didática está relacionada à uma falta de maior ênfase no ensino de ecologia em dialogar com os processos evolutivos. Para Cherif (1992) a compreensão da teoria evolutiva é fundamental para compreensão das estruturas e funções ecossistêmicas, desvinculando os estudantes de uma visão antropocêntrica das relações estabelecidas entre as diferentes espécies de animais, vegetais, microrganismos e seu ambiente. Bradshaw (1984) sugere que o diálogo entre ecologia e evolução pode conduzir à compreensão de eventos biológicos complexos que não seriam, de outra maneira, explicados sem as lentes destes dois campos do saber. Para o autor, nem a ecologia, nem a evolução fazem muito sentido sem referência uma à outra, especialmente no estudo de populações biológicas, adaptação ou na compreensão dos processos ligados à coevolução.

“Como a evolução fornece uma compreensão básica das características fundamentais da vida em todos os níveis, os ecologistas podem não ser adequadamente capazes de compreender as relações dos organismos entre si e com seu ambiente sem um conhecimento substancial da teoria evolutiva e da dinâmica populacional” (CHERIF, 1992, p. 40).

Por conseguinte, os estudos em evolução são aportes para a compreensão dos processos que tangem os mais diversos conceitos ecológicos, como exemplificado por Ehrlich (1987):

Os estudos coevolutivos transformaram a compreensão de tópicos economicamente importantes como a polinização, a dispersão de sementes e a epidemiologia e têm muitas implicações cruciais para a agricultura (...). Avanços na compreensão da dinâmica e evolução dos parasitas colocaram a humanidade em uma posição muito mais forte para lidar com problemas horríveis, como o

aparecimento da AIDS e o ressurgimento da malária (EHRlich, 1987, p. 758).

Um outro exemplo, no qual o diálogo entre ecologia e evolução evidencia-se como a construção de compreensão dessa pesquisa sobre a dinâmica dos nichos ecológicos é a análise dos diferentes períodos de extinção em massa da história da vida na terra, na qual houve um aumento da disponibilidade de nichos ecológicos vazios à espera de novos ocupantes e, como consequência disso, um aumento dos processos de especiação, processo este conhecido como irradiação adaptativa. Percebemos que a ideia de nicho contempla outros domínios do conhecimento que estão além do campo da ecologia.

Nessa direção, a compreensão dos fenômenos ecológicos a partir de diferentes campos dos saberes possibilitaria tanto aos professores quanto aos próprios estudantes um rompimento com a sexta barreira didática relacionada à falta de um ensino de ecologia com uma visão holística. Para Cherif (1992) a ecologia, enquanto ciência, é capaz de adentrar nas searas ética, cultural, social, política, econômica, estética e religiosa da sociedade. Da mesma forma que a ecologia não se restringe às aulas de ciências, mas pode igualmente ser trabalhada pelos professores de artes, geografia, história, sociologia, literatura etc. De acordo com o autor, essa ampla ramificação adotada pela ecologia é explicada como uma consequência da crise ecológica atual, afetando direta e indiretamente a maneira como percebemos e respondemos ao ambiente físico.

Se por um lado a sexta barreira trata da falta de visão holística dada ao ensino de ecologia nas escolas, sua grande robustez conduz à sétima barreira didática que retorna ao currículo e está relacionada à falta de características que permitam identificar o que é essencial para o ensino de ecologia na educação básica. Por ser um domínio do conceito extremamente vasto e multidisciplinar, Cherif (1992) propõe que o ensino de ecologia seja concebido de maneira própria e independente da biologia, no currículo escolar. Como visto anteriormente, seu caráter multidisciplinar e a possibilidade de habitar em diferentes searas explicaria por si só a necessidade de enxergar a ecologia enquanto uma ciência independente, mas que esteja, ao mesmo tempo, aberta ao diálogo com os diferentes campos do saber.

Becher e Trowler (2001) no livro “*Academic tribes and territories: Intellectual enquiry and the culture of the disciplines*” (Tribos e territórios acadêmicos: Investigação intelectual e a cultura de disciplinas). Referem-se às comunidades acadêmicas autodefinidas por seus próprios membros e pelas instituições que as organizam em departamentos, centros e unidades de pesquisa. Os territórios, por sua vez, incluem as ideias acadêmicas, pautadas em aspectos

teórico-metodológicos próprios. Esta concepção de tribo e território conduz à uma reflexão sobre o conceito de “disciplina” que, segundo os autores:

Pode pairar dúvida se a estatística já está suficientemente separada da sua disciplina mãe, a matemática, para constituir uma disciplina por conta própria. A resposta dependerá do grau de reconhecimento da separação por parte das instituições acadêmicas mais importantes, a ponto de acolher a estatística em suas estruturas organizacionais, colocando-a entre as outras que tem seus próprios departamentos. Dependerá, também, da existência ou não de uma comunidade internacional autossustentada, com suas próprias associações profissionais e revistas científicas especializadas (BECHER e TROWLER, 2001, p. 41).

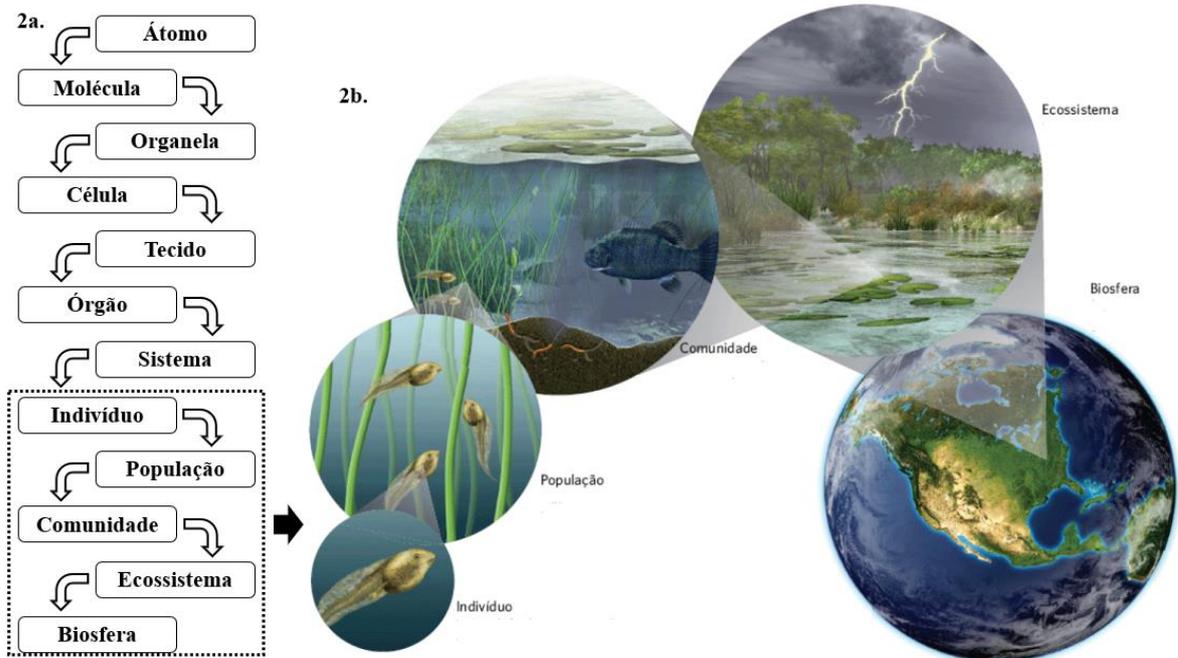
A ecologia, como tal, é considerada enquanto disciplina dissociada e independente da biologia, no entanto, é possível dizer que o mesmo acontece quanto ao ensino de ecologia na formação escolar e universitária? Seria este campo independente do ensino de biologia, ou mais amplamente do ensino de ciências? Poucos têm sido os pesquisadores que descreveram o ensino de ecologia, dentre eles destacamos Maciel et al. (2018) que apontaram uma tendência atual em se confundirem os conceitos de ecologia e ecologismo com palavras como natural, ambiente e amantes da natureza. Para Brando (2010), tal confusão está atrelada à forma como a mídia e os meios de comunicação se apropriam de tais conceitos e reproduzem-nos na sociedade. O autor considera ainda que tal problemática deve ser tema de discussão entre pesquisadores e professores do ensino de ecologia. Ainda quanto à confusão dos temas, nos pautamos em Lacreu (1998, p. 55) ao afirmar que:

“[...]” o uso indiscriminado e inadequado de termos “ecológicos” gera sua utilização mecânica e irrefletida, podendo levar a permanência no nível superficial, fazendo com que se perca de vista a essência do problema. Ressalta ainda a discriminação entre ciência da ecologia e o ecologismo como postura ideológica, o que faz com que a população receba os “ecos” dessa ideologia de forma maciça, assumindo-a dogmática e irreflexivamente, uma aceitação acrítica de tudo que se veicula em nome do “verde”.

Tal concepção é igualmente reforçada por alguns autores (PERELMAN, 1976; CEROVSKY, 1977 e HARPER, 1982) que argumentam que tanto a natureza da ecologia, quanto dos estudos ambientais, enquanto disciplinas integradas, requer estratégias curriculares e materiais diferentes daqueles já utilizados nas disciplinas escolares estabelecidas. Uma outra

maneira de ilustrar a grandiosidade da ecologia, do ponto de vista dos conteúdos é através da **figura 2**.

Figura 2. a. Hierarquia de organização dos sistemas biológicos; **b.** Hierarquia de organização dos sistemas ecológicos.



Fonte: Ricklefs e Relyea (2016), *adaptação nossa*.

Na **figura 2** ilustramos duas organizações hierárquicas, a biológica que vai do átomo à biosfera e a ecológica que se trata de um recorte da organização biológica, contemplando os níveis de indivíduo, população, comunidade, ecossistema e biosfera, no entanto consideramos necessária a discussão dos diferentes níveis para compreender a necessidade de tornar a ecologia uma ciência independente. Os níveis de átomo e molécula são trabalhados na química e, portanto, são mais bem aprofundados nesta ciência. Organelas e células compreendem o objeto de estudo da biologia celular, enquanto os tecidos são estudados pela histologia. Os ramos da anatomia e fisiologia, por sua vez, se debruçam sobre a compreensão da estrutura e funcionamento de órgãos e sistemas quando, finalmente, chegamos ao nível de organismo ou indivíduo.

De acordo com Ricklefs e Relyea (2016) os indivíduos são a unidade mais fundamental da ecologia, sendo assim é a partir deste nível que estudos ecológicos começam a ser realizados, sejam eles estudos de autoecologia que tratam da ecologia de indivíduos e populações, estudos sincológicos que se debruçam sobre a ecologia de comunidades e que conduzem a estudos

mais complexos ligados à ecologia de ecossistemas, de paisagens e, por fim, pesquisas de maior complexidade que busquem a compreensão de aspectos mais gerais ligados aos efeitos globais ao nível da biosfera. Atrelado a isso, adiciona-se a necessidade de conceitos, teorias e fenômenos ecológicos serem discutidos à luz da evolução, geologia, antropologia, zoologia, botânica e demais ciências, bem como dos diferentes contextos da sociedade (ético, artístico, religioso, social, político etc.) Esse arcabouço torna a ecologia uma ciência extremamente complexa para ser trabalhada em alguns poucos capítulos no livro didático de biologia, sendo necessária uma reflexão sobre o lugar ocupado ou que, ao menos, deveria ser ocupado por esta ciência no currículo escolar.

Esta concepção da ecologia, enquanto ciência independente, já vem sendo materializada na comunidade científica, um exemplo claro se dá nas formações de nível superior em ecologia que vem se tornando independentes dos cursos de nível superior em ciências biológicas. A graduação em ecologia pode ser encontrada em várias universidades brasileiras, tais como: Universidade Estadual Paulista (UNESP – Rio Claro), Universidade Católica de Pelotas (UCPEL – Pelotas), Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH - Belo Horizonte), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN – Natal), Universidade Federal da Paraíba (UFPB – Rio Tinto), Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA – Mossoró), Universidade Federal de Goiás (UFG – Goiânia), e a Universidade Federal de Sergipe (UFS – São Cristóvão).

A oitava barreira didática está atrelada ao fato do ensino de ecologia, no ensino básico (médio e fundamental), ser deixado para o final de um semestre ou ano letivo e, quase sempre, depois que os principais tópicos de uma determinada disciplina são cobertos e, mesmo assim, as poucas horas que os professores passam envolvem o ensino de ecologia como um assunto descritivo em vez de identificar princípios e conceitos. Esse tipo de problemática pode acarretar consequências maiores, como por exemplo, a falta de diálogo com outros campos das ciências biológicas, bem como o estudo dos diferentes domínios da biologia (zoologia, botânica, microbiologia, evolução, genética etc.) desconsiderando o viés ecológico. Por exemplo, um aluno que tenha trabalhado conceitos fundamentais de ecologia como: hábitat, nicho ecológico, fatores bióticos e abióticos, cadeias alimentares dentre outros, poderá compreender, por exemplo, a diversidade de espécies de plantas, animais e microrganismos, levando em consideração aspectos de distribuição biogeográfica, ocupação de nicho ecológico e fatores limitantes de adaptação.

A nona e última barreira é a falta de uma preparação da ciência ecológica para a ação, neste sentido, o autor aponta que os educadores se concentram nos conteúdos teórico-

conceituais da ecologia, desconsiderando os conteúdos procedimentais, conduzindo os estudantes a um despreparo no que diz respeito aos procedimentos básicos para a solução de problemas ambientais. “A ecologia possui um enorme potencial para uma aplicação nos assuntos humanos, uma vez que as situações no mundo real quase sempre incluem um componente de ciência natural e um componente sociopolítico-econômico” (ODUM, 1988, p. 434). De acordo com McClaren (1987) existem coisas a ser aprendidas através da ação, que não podem, simplesmente, ser aprendidas de outra forma, como por exemplo, a capacidade de pensar e resolver problemas ambientais à luz do método científico, bem como o de despertar, no aluno, atitudes que busquem a reflexão crítica e que conduzam à uma prática real e “palpável” daquilo que tem sido trabalhado de forma teórica (conceitos, teorias e fenômenos) em sala de aula.

Para Mariani (2008) uma das atitudes básicas do ensino de ecologia é aquela que tem por finalidade estimular a preservação e conservação dos recursos naturais, despertando nos aprendizes novos valores e condutas ambientalmente sustentáveis. Assim sendo, um aluno que não domina os aspectos teóricos de uma determinada ciência, não poderá ver relevância e/ou lógica na sua prática. Em uma pesquisa realizada com estudantes de 3º ano do ensino médio em uma escola pública de Mossoró (RN), Barbosa et al. (2014) observaram que alunos com menor contato conceitual sobre a importância ecológica de animais sinantrópicos (insetos, roedores, anfíbios etc.) na natureza, demonstraram um posicionamento atitudinal negativo, ou seja, nas entrevistas, os estudantes manifestavam repulsa por tais animais desconsiderando sua importância ecológica para o equilíbrio ecossistêmico.

O mesmo pode ser observado ao tratarmos da reação pública quanto aos vários incidentes causados por tubarões aos banhistas no litoral pernambucano. Um trabalho de educação ambiental se faz necessário a fim de evitar a propagação de uma concepção precipitada que trata a espécie marinha (*tubarão*) enquanto vilã quando, na verdade, os incidentes causados são resultado das alterações ambientais ocorridas no litoral sul do estado, particularmente com a construção do porto de Suape, afetando diretamente o nicho ecológico desta espécie que se desloca para as praias turísticas.

As nove barreiras didáticas para o ensino-aprendizagem da ecologia apresentados por Cherif (1992) são suficientes para que o aprendizado de conceitos e fenômenos ecológicos ocorra mecanicamente, ou seja, conhecimentos que tendem a ser armazenados de forma aleatória, por exemplo através da memorização, desconsiderando as relações existentes entre os diferentes conceitos e/ou teorias. “Apesar da sua importância, estudantes tem apresentado uma compreensão pobre em ecologia, provavelmente por causa das dificuldades deste tema

quando trabalhadas pelos aprendizes” (ESIÖBU & SOYIBO, 1995, p. 977). Ressaltamos ainda que esse tipo de aprendizagem só se faz necessária, quando o aprendiz se depara com novos conceitos, entretanto, de forma progressiva, esses novos conhecimentos poderão se organizar para a introdução de novos conceitos, transformando a aprendizagem mecânica em aprendizagem significativa. No ensino de ecologia, isso pode ocorrer quando o aluno estabelece um raciocínio linear que o impede de entender, por exemplo, os ecossistemas como unidades complexas formadas por uma rede de teias alimentares.

É nesse contexto que o professor precisa assumir um papel de preparação e transformação no ensino. “Os futuros profissionais devem ser capazes de formular adequações e de atuar de acordo com as necessidades dos alunos e alunas em cada época e contexto” (IMBERNÓN, 2011 p. 64). Pérez e Carvalho (2012), por sua vez, nos convidam a “pensar o ensino de ciências, desde a práxis do professor que requer, necessariamente, sua participação bem como na definição das estratégias de ensino, mas também na definição de problemas, conteúdos e objetivos associados à profissão”. Nesse sentido, é preciso pensar em estratégias de ensino que possibilitem, aos estudantes, ultrapassar as diferentes barreiras didáticas.

2.3. Estratégias didáticas para o ensino-aprendizagem de ecologia

Apesar das barreiras encontradas no ensino-aprendizagem de ecologia, diversos trabalhos têm apresentado estratégias e métodos eficazes para o ensino de tal ciência. Dentre estes trabalhos destacamos Cherif (1992) que sugere dez passos necessários para a elevação do status do ensino de ecologia no ensino médio norte-americano. Estes passos se distribuem em cinco categorias: I) Instituições educacionais; II) Teoria educacional e o desenvolvimento do currículo; III) Preocupações ligadas aos educadores, filósofos da educação e ecólogos; IV) Formação de professores de ecologia e V) Ensino.

Do ponto de vista das instituições educacionais, Cherif (1992) sugere que haja um reconhecimento da crescente importância da ecologia no cenário atual, seja por parte das instituições educacionais de ensino superior, seja por parte das instituições de ensino básico (*passo 1*). Nessa perspectiva, a problemática ecológica não deve ser limitada a um discurso vazio e sem fundamento ou, como acontece muitas vezes, ser lembrada em datas comemorativas, mas deve, sobretudo, fazer parte do cotidiano de tais instituições, de modo que estas possam incorporar, em sua cultura acadêmica, um sólido interesse pelos aspectos ligados à ecologia e ao meio ambiente. Cherif (1992) aponta ainda como necessária, a promoção de

pesquisas com caráter interdisciplinar envolvendo ecologia, ciências ambientais, educação e tecnologia nas universidades e centros de pesquisa acadêmica (*passo 2*). Para o autor, a atração de estudantes talentosos nestes tipos de programa facilitaria o diálogo entre os pesquisadores e profissionais provenientes das diversas disciplinas, tanto básicas quanto aplicadas, elevando o nível de compreensão das problemáticas ecológicas.

Do ponto de vista da teoria educacional e do desenvolvimento do currículo, Cherif (1992) acredita que uma nova perspectiva educacional deve ser adotada (*passo 3*) com o intuito de enxergar o ensino de ecologia enquanto um dos pilares centrais na formação escolar, possibilitando uma formação crítico-reflexiva quanto às diferentes questões socioambientais. Desta maneira, os princípios ecológicos permitem que tanto alunos, quanto professores adotem um posicionamento efetivo na teoria educacional, bem como permitir que os conceitos fundamentais da ecologia sejam levados em consideração na elaboração de políticas educacionais e do próprio planejamento curricular. Tal preocupação permitiria à ecologia o status de disciplina independente no currículo escolar do ensino básico (*passo 4*), de modo que a mesma possa ser tratada, não apenas sob as lentes das ciências biológicas, mas sob um olhar ético, político, econômico, filosófico, sociológico e cultural. Nesse sentido, concordamos com Slobodkin (1988) ao afirmar que não existem ciências disponíveis capazes de substituir a ecologia, sendo por isso que tal ciência não pode ser considerada enquanto um ramo da biologia estudado por um pequeno grupo de cientistas.

Pelo seu caráter multidisciplinar, a ecologia não caberia nas limitações da biologia, da geografia ou de qualquer outra disciplina, visto que ela integra tanto as ciências naturais (química, física e a própria biologia), quanto as ciências sociais (sociologia, filosofia, história etc.). Sendo assim, Cherif (1992) argumenta que a ecologia, enquanto disciplina independente, forneceria uma base educacional suficiente para o desenvolvimento de um pensamento, no qual o indivíduo enxergaria o mundo mais próximo do que ele realmente é, propondo medidas sensatas a fim de melhorá-lo. Assim sendo, não apenas uma reforma curricular que permite à ecologia de ganhar seu espaço no currículo escolar, mas igualmente de permitir que as diferentes disciplinas escolares possam dialogar com o conhecimento ecológico (*passo 5*), de forma que as questões ambientais deixem de ser uma preocupação exclusiva das ciências ambientais, mas passe a ser ponto de pauta nos diferentes campos do conhecimento escolar.

Cherif (1992) destacou ainda a responsabilidade dos educadores, filósofos da educação e ecólogos em considerar as problemáticas ambientais enquanto problemáticas educacionais (*passo 6*). O autor faz um convite à reflexão sobre o papel exercido pela escola na conscientização ecológica dos estudantes. Para ele, há uma grande necessidade de que, não

apenas os professores, mas ecólogos e filósofos, exerçam um papel ativo na reforma curricular, no desenvolvimento de métodos e no despertar de atitudes, por parte dos estudantes, a fim de provocar nestes um envolvimento com as causas ambientais. Dessa forma, compreendemos que é dever destes atores sociais, mas não apenas deles, de colaborarem com o desenvolvimento dos diversos setores da sociedade através de seu conhecimento e experiência, muitas delas adquiridas nos diálogos e estudos feitos nos centros de pesquisa, como discutido no segundo passo.

Se pensarmos que a solução maior para romper com as barreiras no ensino de ecologia se encontra na elevação da ciência ecológica enquanto um campo do saber independente, mas não isolado, então precisamos pensar que a reforma não se limitará apenas à reestruturação do currículo acadêmico e escolar, mas também da formação do professor. Desta forma, para Cherif (1992) disciplinas como projetos ou didática do ensino de ecologia deveriam compor o curso de formação de professores de ciências, de forma obrigatória, com o intuito de melhor prepará-los para a discussão de tais temáticas na formação básica (*passo 7*). Para o autor, a preocupação destas disciplinas deveriam ser muito mais de levar os futuros professores a refletirem sobre a real natureza da ecologia, passando pelas propostas curriculares para o ensino-aprendizagem de ecologia, chegando à elaboração e análise crítica dos diferentes métodos de ensino, através das aulas de campo, em laboratório e na própria sala de aula. Além disso, a formação dos professores de ciências e ecologia deve possibilitar uma compreensão clara sobre o papel do diálogo entre os professores das diversas disciplinas, buscando uma estratégia de ensino com caráter interdisciplinar (*passo 8*).

Finalmente, os últimos passos propostos por Cherif (1992) estão relacionados ao ensino propriamente dito, para o autor, há uma necessidade de que professores estejam mais abertos e dispostos à realização de trabalhos de campo, seja em ambiente urbano ou natural (*passo 9*). Tal estratégia de ensino, assim como o uso de filmes e a análise crítica de estudos de caso a partir de dados estatísticos e reportagens locais nacionais e internacionais possibilitaria um envolvimento adotado pelos estudantes em situações regionais e da vida real que lhes confere uma apropriação de responsabilidade para com as problemáticas locais. Tal possibilidade de ensino permite que os estudantes possam observar, em tempo real e *in situ*, os conceitos, fenômenos e teorias tratados teoricamente em sala de aula. Esta estratégia de ensino não representa nenhuma novidade, visto que Lisowski (1987) já houvera observado que estratégias de ensino que levavam em consideração a aula de campo exerciam uma influência positiva na aprendizagem e retenção de conceitos ecológicos pelos estudantes, ele foi, igualmente,

observado por Cortez et al. (2014) analisando a aprendizagem de conceitos ecológicos por alunos do ensino médio que fizeram parte de uma aula de campo em uma trilha ecológica.

Essa facilidade na aprendizagem se deve, dentre outras coisas, ao que Berne (1986) descreveu como uma percepção do conteúdo, por parte dos estudantes, enquanto conhecimentos relevantes e imprescindíveis para a compreensão das diversas situações cotidianas. Cherif (1992) sugere ainda que os professores busquem desenvolver ferramentas mentais, cujo objetivo maior seja o de ajudar os estudantes a identificar problemas e buscar soluções criativas que possam ser transferidas de uma situação à outra. Dessa forma, a aprendizagem não se dará de maneira passiva e inerte, mas exigirá uma participação ativa por parte do estudante. Desta maneira, o ensino de ecologia tem por finalidade, possibilitar aos estudantes uma compreensão de que nem todos os problemas ambientais apresentam soluções simples e práticas, mas são problemas que afetam a todos de maneira desigual. Portanto, requer de todos compreensão crítica sobre causas e consequências, bem como ações. Ações estas que se configurarão enquanto atitudes visando alternativas para soluções. Em uma sociedade moderna, os alunos devem estar conscientes das problemáticas ambientais que os afetam direta e indiretamente, compreendendo que há limites para a ciência e a tecnologia, mas que é através de paciência, persistência e reflexão crítica que novas soluções podem ser elaboradas para problemas mais complexos.

Para desenvolver atitudes e habilidades, Cherif (1992) sugere que os professores de ecologia devam lançar mão de projetos de pesquisa sobre temas ecológicos e problemáticas ambientais (*passo 10*). Tais projetos permitiriam que os estudantes, não apenas refletissem criticamente sobre as problemáticas ambientais e as possíveis soluções, suas etapas e os métodos científicos utilizados na construção do conhecimento. Além disso, tais projetos levariam os estudantes a buscarem, de maneira autônoma, soluções que extrapolem o limite de uma única ciência, mas precisem, muitas vezes, dialogarem com outras disciplinas. Nesse contexto, equacionar o curto tempo em sala de aula, com currículos extremamente densos que visam, muitas vezes, unicamente os exames vestibulares estaduais e nacionais, se torna um desafio aos professores que concebam o planejamento de projetos interdisciplinares e que conduzam os alunos a desenvolverem um espírito científico crítico reflexivo.

Vale ressaltar que através de projetos de pesquisa, os estudantes podem entender melhor processos ecológicos complexos usando simulações ou modelos que lhes permitam explorar e observar detalhes de processos dinâmicos no mundo real que não seriam, de outro modo, facilmente discerníveis, caso o processo de ensino ficasse restrito a livros didáticos, ou aulas com exposições de conceitos desarticulados de contextos reais. Contudo, De Jong (2006) aponta

que, em estudos anteriores, os estudantes se depararam com uma infinidade de problemas de simulação relacionados à geração de hipóteses, à configuração de experimentos, à interpretação de resultados e sua organização no modelo subjacente. Tal constatação nos permite identificar que, ao desenvolver projetos de pesquisa, os estudantes aprendem concomitantemente ecologia e como produzir conhecimento científico.

Outras estratégias de ensino como, por exemplo, o uso de jogos didáticos se mostra extremamente relevante na aprendizagem de ecologia, dado que tal estratégia, além de estimular os sentidos dos estudantes, permite desenvolver a criatividade e a espontaneidade dos mesmos. De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), o uso de jogos didáticos em sala de aula permite ao professor ampliar seu conhecimento a respeito de técnicas ativas de ensino, bem como desenvolver suas capacidades pessoais e profissionais visando estimular, nos alunos, a capacidade de expressão e comunicação, de forma que estes possam compreender os conteúdos escolares de maneira lúdica, prazerosa e participativa, como podemos observar no trabalho de Machado et al. (2014), no qual estudantes que se submeteram à aprendizagem do conceito de nicho ecológico, através de um jogo eletrônico, demonstraram maior compreensão dos aspectos inerentes ao conceito quando comparados a estudantes que se depararam com o conceito apenas nos livros didáticos.

Maciel et al. (2018) analisando os trabalhos publicados entre 2003 e 2015 que tratam das estratégias utilizadas para o ensino de ecologia, observaram que os jogos digitais representam a maioria dos trabalhos publicados envolvendo estratégias para o ensino de ecologia, seguido dos livros didáticos e questionamentos e problematizações. Os autores apontam ainda a existência de pesquisas que apontam outros recursos e estratégias para o ensino de conceitos ecológicos: a confecção de materiais por parte dos alunos, seja com ou sem o auxílio do professor e a elaboração de mapas conceituais, o uso de entrevistas, filmes, trilhas, multimídias.

Sabemos da riqueza de recursos e estratégias didáticas utilizados para o ensino de ciências, no entanto, um recurso que é recorrente na vida de professores e alunos é o livro didático, sendo este usado como veículo de informação e, devendo este, obedecer a inúmeros critérios que favoreçam o ensino, como é apontado por Brando et al. (2009):

Considerando a importância e a necessidade de explorar os conceitos ecológicos de maneira adequada no contexto de ensino, é indispensável discutirmos sobre o papel do livro didático como recurso de leitura influenciador da prática de ensino na sala de aula, pelos professores, e da aprendizagem de conceitos, pelos alunos (p. 14).

Nesse sentido, adotamos como objeto de análise desta pesquisa, o livro didático, mas aqui não nos debruçamos sobre o livro didático de ensino básico (fundamental e médio), estamos focados no tratamento dado ao ensino do conceito de nicho ecológico em livros didáticos do ensino superior, mais especificamente aqueles sugeridos no curso de formação inicial do professor de ciências/biologia. Para tal precisamos compreender quais aspectos antropológicos permeiam o manual didático e, por conseguinte, quais os objetos do saber que são por ele tratados. Assim sendo, nos pautamos teórica e metodologicamente na Teoria Antropológica do Didático (TAD), teoria proposta por Chevallard (1992) que permite analisar situações de ensino e aprendizagem.

Capítulo 3 – Teoria Antropológica do Didático

O objetivo principal do presente estudo é compreender como a ecologia e, em particular, o conceito de nicho ecológico são abordados em três diferentes cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE): Licenciatura e bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais, através da análise de cinco livros de ecologia do ensino superior. Portanto, faz-se necessário estabelecer uma compreensão sobre como um determinado objeto do saber é construído em uma instituição específica, bem como as relações que tal objeto possui com a instituição e com as pessoas que a frequentam. Faremos uso dos pressupostos teóricos que regem a Teoria Antropológica do Didático - TAD (Chevallard, 1992). A compreensão da Teoria Antropológica do Didático nos remete a uma reflexão sobre o significado do que entendemos por didático no presente trabalho.

3.1. A noção de didática

Foi em 1554, ainda na Idade Média, que o termo “*didático*” apareceu pela primeira vez no *Grand Larousse Encyclopédique* (ASTOLFI e DEVELAY, 1990). De acordo com os autores, o termo tem origem do grego *didaktikos*, que significa ciência ou a arte de ensinar, sendo, portanto, compreendida como um ramo auxiliar da pedagogia que se ocupa dos métodos e técnicas do ensino em geral seja no espaço escolar ou fora dele. Para Gil (2018) o termo toma um caráter mais restrito, sendo tratado como um conjunto de métodos e técnicas específicas do ensino de uma determinada disciplina.

Ressaltamos, mais uma vez, que a didática, aqui apresentada, não se limita apenas ao ensino de uma disciplina específica (matemática, ciências, história, geografia) em um espaço formal, como a escola ou a universidade, mas ao ensino em um contexto mais amplo, que ultrapassa os limites da sala de aula, no qual os métodos e técnicas de ensino podem ser utilizados nos mais diversos contextos. Esta concepção de didática é reforçada ainda por Soussan (2003), que leva em consideração a didática enquanto um conjunto de atividades que facilitam a acessibilidade ao saber. Nessa perspectiva, consideramos como didático, neste trabalho, tudo o que está relacionado aos processos de ensino-aprendizagem, dentro ou fora da sala de aula, sejam os métodos, técnicas ou produtos que surgem a partir desta interação.

Um outro documento de referência na elucidação do que seria a didática é a própria *Didactica magna*, elaborada por Comenius, cuja edição tcheca data de 1649, enquanto a versão latina data de 1657. É nesta obra que surgiriam os primeiros passos em direção à primeira tentativa sintética de constituição do que viria a ser a pedagogia. De acordo com Michaelis (2021) o termo pedagogia pode ser visto como: I) Ciência da educação e do processo de ensino e aprendizagem; II) Conjunto de doutrinas, princípios e métodos que visam assegurar uma educação eficiente; III) Método de ensino e IV) Profissão ou exercício da arte de ensinar. Legendre (2005) escreve, na terceira edição de seu *Dictionnaire actuel de l'éducation*, que na *Didactica Magna*, Comenius estabeleceu o que seriam as bases iniciais para uma pedagogia centrada na experiência, exemplos concretos, métodos intuitivos e atenção à ordem em que os estágios de desenvolvimento do potencial se sucedem. De acordo com Saviani (2007, p. 100):

Comenius procurou equacionar a questão metodológica da pedagogia. Por esse caminho buscou construir um sistema pedagógico articulado em que a consideração dos fins da educação constituía a base para a definição dos meios, compendiados na didática como a arte de ensinar tudo a todos.

Além de Comenius, muitos foram os autores que propuseram conceituações para a didática. Tais contribuições possibilitaram enxergar a didática sob uma ótica racional e de caráter científico. Sob tal perspectiva, a didática pode ser tratada enquanto o estudo científico da organização das diferentes situações de aprendizagem que o aluno vivencia para atingir um objetivo cognitivo, afetivo e/ou motor, incluindo todos os métodos, as técnicas e os procedimentos de ensino, possibilitando uma transmissão de saberes e habilidades que constituem o âmago cognitivo da investigação de ensino para a didática, podendo ser tratada, portanto como um processo simultâneo de transmissão e aquisição de saberes relacionados ou enquanto uma ciência que se debruça sobre as condições específicas conducentes à aquisição do conhecimento (Gauthier, 1984; Lacombe, 1985; Vergnaud, 1987; Artigue et al., 1993).

“O advérbio didaticamente é admitido pela academia em 1835 e o substantivo masculino “*didatismo*” aparece em meados do século XIX” (ASTOLFI e DEVALAY, 1990, p. 8). Para os mesmos autores, o substantivo feminino “*didática*” só foi introduzido no dicionário francês *Robert* de 1955, bem como no *Littré*, em sua edição de 1960, na qual trazem, pela primeira vez, a definição de didático como a “arte de ensinar”. É nesse contexto que se acredita que o termo *didática* tenha sido concebido nos catálogos do conhecimento, remetendo-se ao ato de ensinar, sem dar maiores precisões particulares. Segundo Carvalho (2009) este conceito, não apenas nos dicionários de língua latina, mas também no alemão “*didaktik*” está relacionado ao estudo

científico de uma realidade de ensino-aprendizagem, através da conceptualização dos fenômenos científicos próprios de uma dada disciplina em função dos saberes que devem ser ensinados e aprendidos, no entanto, como visto anteriormente, esta visão científica da didática não é partilhada por todos os autores.

O dicionário Michaelis (2020) trata do termo *Didática* como o ramo ou seção específica da pedagogia que se concentra nos conteúdos do ensino e nos processos próprios para a construção do conhecimento. Bertrand e Houssaye (1999) apontam que os teóricos em didática trabalham a fim de estabelecer uma distinção clara entre estes dois campos do saber, o da didática e o da pedagogia. Para os autores, os didáticos trabalham a fim de estabelecer uma distinção clara entre a didática e a pedagogia, partindo do princípio de que os trabalhos de cunho pedagógico são relativamente vagos, holísticos e se distanciam de um caráter mais científico. Em 1951, H. Aebli se propõe a renovar os métodos da didática, pautado nas pesquisas piagetianas de concepções operatórias da inteligência, como apontado por Astolfi e Devalay (1990). É a partir desse momento que a didática estabelece relações mais próximas com os ideais e pressupostos da psicologia genética, constituindo-se, no campo da educação enquanto ciência da aplicação dos métodos de ensino e aprendizagem. Em sua *Encyclopedie Universalis*, Lacombe (1968, p. 127 *apud* ASTOLFI e DEVALAY, 1990, p. 9) afirma que:

Atualmente, o termo *Didática* é utilizado principalmente como quase-sinônimo de *Pedagogia* ou mesmo simplesmente ensino. No entanto, se forem executados os inúmeros casos em que seu emprego ressalta somente afetação estilística, o termo *Didática* desperta determinadas ressonâncias que são a marca de uma abordagem particular dos problemas de ensino... esta (a didática) não constitui nem uma disciplina, nem uma subdisciplina, nem mesmo um feixe de disciplinas, mas uma atitude, ou mais precisamente um determinado modo de análise dos fenômenos do ensino.

Na obra *L'élève et/ou les connaissances scientifiques* (O aluno e/ou os conhecimentos científicos), Giordan e Legrand (1983) lideram uma pesquisa pioneira, do ponto de vista empírico, considerando a didática enquanto ciência experimental, no que tange ao ensino em geral. Para os autores “a pesquisa em didática é um primeiro estudo crítico-teórico para tentar fundar práticas pedagógicas, não mais sobre a tradição e o empirismo, mas sobre uma abordagem racional das questões” (GIORDAN e LEGRAND, 1983, p. 7). De acordo com Bertrand e Houssaye (1999), as análises das várias posições assumidas em torno da didática e da pedagogia, os levaram a concluir que teóricos e pesquisadores dessas duas áreas operam no

mesmo território e utilizam as mesmas ferramentas epistemológicas, sendo os mesmos tipos de conhecimento produzidos por ambos os campos, no entanto as diferenças entre os dois encontram-se no nível sociocultural.

Foi entre os anos de 1980 e 1985 que Astolfi e Develay (1990) reforçaram esta concepção de distanciamento entre a didática e a pedagogia, na medida em que concebem a didática enquanto um campo de estudo que integra basicamente dois tipos de reflexão: I) Uma reflexão de natureza epistemológica e II) Uma reflexão sobre as práticas que conduzem ao processo de ensino e aprendizagem, distanciando-se e se diferenciando da pedagogia. Meirieu (1993), por sua vez aponta que uma das diferenças marcantes existentes entre pedagogia e didática está no fato de que a primeira se refere aos objetivos educacionais enquanto a segunda está mais preocupada em compreender como se estruturam os programas e métodos. Nessa lógica, concordamos com Carvalho (2009) ao afirmar que existem dois polos de abordagem na qual o polo da didática se preocupa, sobretudo, com a investigação das aprendizagens dos conteúdos, uma vez que a pedagogia tem principalmente em conta a complexidade da sala de aula para que estas aprendizagens possam se manifestar.

Do ponto de vista da pesquisa científica, Thouin (2014) acredita que uma das maiores confusões de certas pesquisas em didática está no fato de que elas são, na realidade, pesquisas de cunho pedagógico, pesquisas que visam compreender o aspecto emotivo e motivacional que o aspecto cognitivo da aprendizagem. O autor propõe a necessidade de se estabelecer uma diferença clara entre as duas disciplinas, não com o intuito de criar um abismo entre elas, mas de permitir que ambas possam, dentro de suas singularidades, atuar com papéis complementares. Conscientes de que a pedagogia tem interesse na educação de um ponto de vista mais amplo, preconizando métodos mais gerais aplicáveis ao conjunto das diferentes disciplinas escolares e de que este campo do saber se interessa por questões de ordem afetiva ou sociológica, a didática se apresenta a fim de quebrar com essa generalidade nas matérias escolares, mas pauta-se, na investigação dos métodos e situações que permitem a aquisição de conhecimentos em uma disciplina escolar específica. De acordo com Thouin (2014) cada disciplina escolar apresenta uma linguagem e métodos particulares que lhe conferem um valor formativo particular e que lhe diferencia das outras disciplinas escolares.

Nessa ótica, um cuidado ainda maior deve ser tomado ao se pensar em pesquisas que, pelo simples fato de mencionarem uma disciplina específica são vistas como pesquisas em didática, quando na verdade são pesquisas de caráter pedagógico, por exemplo: a) *O efeito do encorajamento dado por professores de matemática sobre a motivação de seus alunos*. Apesar de apresentar o termo matemática, a pesquisa trata, em essência, das variáveis ligadas à

motivação que são de ordem muito mais afetiva que cognitiva. O mesmo poderia ser observado em um trabalho cujo título é b) *A construção identitária de professores de ciências no ensino fundamental II*. Assim como no primeiro exemplo, o fato de trazer o termo ciências, não implica, necessariamente, em dizer que tal pesquisa segue um viés didático com foco no aspecto cognitivo da aprendizagem, dado que neste tipo de trabalho o eixo central se encontra no conceito de identidade, próprio à psicologia. Diferentemente, um trabalho no qual busca-se investigar c) *O impacto de atividades pautadas na resolução de problemas sobre a aprendizagem de conceitos biológicos por um aluno do ensino médio* é, claramente, uma pesquisa em didática, visto que o tema aborda os aspectos ligados às situações de ensino e aprendizagem que permitem, aos alunos, uma mudança de natureza cognitiva em uma disciplina escolar específica.

Apesar das distinções estabelecidas entre a pedagogia e a didática, Avanzini (1986) salienta a necessidade de uma maior aproximação entre a didática e a pedagogia, levando em consideração que as pesquisas em didática só alcançarão sua plenitude quando feitas de maneira contextualizada com a sala de aula, levando em consideração todos os possíveis aspectos (motivacionais, emocionais, atitudinais, bem como as relações estabelecidas entre o professor, o aprendiz e o conteúdo a ser ensinado). Para o autor, tais aspectos precisam se tornar cada vez mais presentes nas pesquisas de caráter experimental, tornando-se essenciais na contextualização de situações reais, nas quais se manifestam os processos de ensino e aprendizagem do aluno. Apesar de enxergarmos uma diferença teórica entre didática e pedagogia, fica claro que a didática consiste em pesquisas sobre a aprendizagem do ponto de vista cognitivo, enquanto a pedagogia leva em consideração a complexidade dos eventos produzidos em sala de aula, levando em conta os aspectos emocionais e motivacionais. Assim sendo, nos pautamos em Bertrand e Houssaye (1999) ao afirmarem que a didática flui de um sistema interpretativo fechado (com ligeira tendência à organização comportamental das condições de aprendizagem), enquanto a pedagogia opera dentro da lógica do sistema aberto e de ajuste aos acontecimentos.

Na primeira, tanto a didática quanto a pedagogia seriam vistas de maneira individualizada, na qual a pedagogia não seria levada em conta nas pesquisas em didática. Por esta razão, as pesquisas didáticas, segundo Astolfi e Develay (1990, p. 12) poderiam “remeter quase que exclusivamente a uma reflexão epistemológica unicamente capaz de fundar uma lógica dos saberes a ensinar”. Para os autores, a didática pararia na porta da sala de aula. A segunda aproximação considera que apesar de, teoricamente, didática e pedagogia se diferenciarem dadas as suas particularidades enquanto objeto e método de estudo. Na prática,

ambas precisam dialogar constantemente a fim de integrar uma reflexão mais geral em relação às aprendizagens nas diversas ciências (humanas, matemáticas, experimentais etc.). Assim sendo, diferente da perspectiva anterior, a didática não poderia parar na porta da sala de aula, menos ainda ignorar a noção de modelo pedagógico, de modo que, toda e qualquer sugestão didática integrada, seja uma reflexão epistemológica ligada à lógica dos saberes, seja uma reflexão psicológica relativa à lógica da apropriação dos saberes, bem como a uma reflexão pedagógica que se ancora nas ciências da relação, de acordo com Astolfi e Devalay (1990).

Astolfi e Devalay (1990) se debruçam sobre a reflexão epistemológica, propondo-se a examinar a estrutura do saber a ser ensinado de modo que possa compreender: a) os principais conceitos que funcionam na disciplina; b) quais relações unem tais conceitos; c) quais retificações sucessivas de sentido se produzem numa história desses conceitos. Para os autores, este tipo de epistemologia escolar implica na inferência de consequências didáticas. Tal reflexão se faz extremamente necessária para a realização desta pesquisa, uma vez que buscamos compreender as relações estabelecidas na abordagem do conceito de nicho ecológico em manuais didáticos de ecologia do ensino superior utilizados no curso de licenciatura em ciências biológicas da UFPE.

Sabendo que nosso objeto de estudo está ligado ao campo das ciências e que estas estão fundamentadas por conceitos, teorias e leis, faz-se necessária uma reflexão crítica sobre os conceitos epistemológicos e como tais conceitos podem concorrer para fundar uma didática das ciências. Conceitos científicos como: força, massa, molécula, ecossistema e o próprio conceito de nicho, objeto de estudo desta pesquisa, para Astolfi e Devalay (1990) não possuem a mesma natureza que conceitos linguísticos como mesa, banheira, amor, liberdade etc. Tal qual Astolfi e Devalay (1990), Vygostky (1991), em seu trabalho sobre a contribuição da linguagem na formação de conceitos, estabeleceu distinções entre os conceitos classificando-os como espontâneos e científicos. Para o autor, o desenvolvimento dos conceitos, na criança, pode se dar por caminhos diferentes, uma vez que a formação de conceitos, tanto cotidianos, quanto científicos envolve um arcabouço composto por atitudes e experiências construídos pela criança. “A ausência de um sistema é a diferença psicológica principal que distingue os conceitos espontâneos dos conceitos científicos” (VYGOTSKY, 1999, p. 99). Esta linha de raciocínio é reforçada por Nébias (1998) que compreende os conceitos espontâneos como aqueles que não apresentam uma organização consistente e sistemática, enquanto os conceitos científicos tendem a ser mediados sempre por outros conceitos, o que lhes confere um caráter mais complexo e organizado em relação àqueles.

A partir de uma revisão bibliográfica elaborada por Bertrand e Houssaye (1999) cinco princípios orientadores têm sido levantados quando analisamos as diferentes pesquisas relacionadas à didática. O primeiro princípio está relacionado ao fato de que a teoria da didática se debruça sobre as diferentes disciplinas do campo do saber. Para o autor, a didática adota uma preferência muito maior para trabalhar intimamente associada à disciplina dos conteúdos, tais como a biologia, física, química, geografia, matemática etc. Ressaltamos ainda que a noção de didática enquanto ciência única já se encontra ultrapassada, na medida em que se fala atualmente em didáticas ou didática dos conteúdos específicos, dado as particularidades que são próprias de cada disciplina ou campo do saber, assim sendo, pode-se inferir que a didática para o ensino de matemática não será a mesma que a didática para o ensino de ciências ou de história, por exemplo.

Como apontado, anteriormente a didática ou as didáticas surgiram como uma reação ao desenvolvimento dos diferentes domínios de pesquisa em educação e em reação ao caráter geral da pedagogia. Segundo Thouin (2014) as didáticas se concentram, naquilo que os especialistas apontam como a missão principal da escola: *O ensino e aprendizagem das diferentes disciplinas escolares*. Astolfi (2008) considera que não há verdadeiros saberes sem acesso aos paradigmas ou modelos disciplinares, sendo cada um original pelo funcionamento de uma linguagem que conduz ao raciocínio singular e válido para cada uma delas. Assim sendo, podemos considerar que a verdadeira didática adota um formato vertical (por disciplina de conhecimento) ao invés de horizontal (por nível de ensino): maternal, fundamental, médio, universitário, formação de jovens e adultos etc. Isso explica, por exemplo, o motivo de algumas disciplinas como a biologia se diluírem em disciplinas curriculares menores, como: educação ambiental, sexualidade, nutrição, programa de saúde etc.

Ainda no primeiro princípio, um outro momento importante é o de compreender que a didática de uma disciplina não é a própria disciplina. Para Thouin (2014) durante muitos anos e mesmo atualmente, em algumas universidades, os cursos de didática de matemática ou de ciências, não passavam de uma grande revisão dos conteúdos a serem trabalhados do maternal ao ensino médio. O que nos leva à reflexão apresentada pelo mesmo autor de que a didática se opõe à duas maneiras de enxergar o ensino e aprendizagem pelo grande público: I) a primeira é a de que podemos qualificar enquanto acadêmica, centrada principalmente na relação (professor-conteúdo). Nesse tipo de visão, o bom professor é visto como aquele que domina sua matéria. II) a segunda visão é a pedagógica e que está centrada na relação (professor-aluno), nesse tipo de visão o bom professor é aquele que estabelece uma boa relação com seu alunado. Não dizemos aqui que estas relações não são importantes e que devam ser desconsideradas,

mas que a didática se debruça, especialmente, na relação (aluno-conteúdo), na qual o bom professor só o será, na medida em que permitir que seu(s) aluno(s) possam desenvolver uma relação harmoniosa com o saber.

O segundo princípio trata da didática enquanto ciência pautada na teoria cognitiva. Para Giordan (1999) um dos maiores interesses da didática encontra-se naquilo que se passa na mente do aluno e quais os mecanismos utilizados no processo de aprendizagem, mas não apenas estes mecanismos, como também os obstáculos que podem interferir neste processo. O enfoque tem sido transferido do “*como ensinar*” para “*como aprender*” considerando o aluno enquanto elemento central do processo ensino-aprendizagem. Este princípio está bem atrelado ao primeiro, uma vez que a preocupação maior da didática está na relação (aluno-conteúdo), compreender quais processos cognitivos facilitam ou dificultam a aprendizagem de determinado saber torna-se um desafio chave para o campo das pesquisas em didática dos conteúdos específicos. Nesse sentido, devemos levar em consideração que, assim como habilidades cognitivas diferentes são mobilizadas na aprendizagem de um determinado saber em determinada disciplina escolar, obstáculos cognitivos, igualmente específicos, podem ser mais comuns em uma determinada disciplina em detrimento de outra.

O terceiro princípio está ligado a didática enquanto ciência que explicita os fundamentos que devem orientar os processos de aprendizagem em sala de aula. O princípio foi pautado nos trabalhos de Tochon (1990) e De Vecchi e Giordan (2002), o primeiro com uma pesquisa sobre a didática do ensino-aprendizagem da língua francesa e os segundos ligados à didática do ensino de biologia, demonstraram que os modelos de aprendizagem são fundamentados nas observações realizadas a partir da prática em sala de aula, com vista a descrever não apenas os processos de descrição do pensamento e da aquisição de conhecimentos, mas também de identificar as condições necessárias que conduzem ao aprendizado do aluno. Logo, não podemos nos limitar a pesquisas em didática que desconsiderem o contexto real no qual se desenvolve o processo de ensino-aprendizagem do aluno. É no contexto da sala de aula que fatores sociais, emocionais e motivacionais, de cunho pedagógico, poderão complementar as perguntas de investigação provenientes da didática.

O quarto princípio estabelece a preferência da didática por investigações conduzidas em sala de aula que apresentem um caráter empírico e indutivo. Pautados nos trabalhos de diferentes autores como Tochon (1990; 1999), Giordan (1999), De Vecchi (2000) e De Vecchi e Giordan (2002), Bertrand e Houssaye (1999) e Cardoso (2021) enfatizam a necessidade de um processo de observação do que se passa na sala de aula (como se dá a relação professor-aluno,

por exemplo), fazendo uso de processos indutivos, no qual as observações devem partir de casos particulares ou pontuais levando à compreensão de aspectos mais gerais.

O quinto e último princípio trata dos diferentes níveis existentes na didática. Para Bertrand e Houssaye (1999) tais diferenças se enquadram em duas categorias: a) A primeira categoria, frequentemente, tem a ver com níveis em didática: geral, específico e assim por diante. A diferença entre os dois níveis de didática é explicada por D'Ávila (2014):

A didática geral, como conhecimento de iniciação e de mediação, tem a função de inaugurar os estudantes no terreno pedagógico, trazendo à luz teorias pedagógicas, concepções epistemológicas, teorias de ensino e aprendizagem, concepções sobre planejamento e mediação dos processos formativos e as didáticas específicas com a função de, pormenorizando o trabalho inicial da didática geral, iniciar o estudante no ensino de sua matéria específica a partir da mobilização de saberes, habilidades, hábitos e atitudes pertinentes e características à cada área do conhecimento (p. 89).

Outras obras, como o dicionário de educação (*Dictionnaire actuel de l'éducation*) de Legendre (2005) estabelece distinções entre a:

a) *Didática analítica*: Expressão utilizada para designar o estudo científico do ensino de línguas sobre os três aspectos: Da linguagem, do método e do ensino (p. 411);

b) *Didática aplicada*: Didática que compreende o conjunto dos conhecimentos utilitários orientados ao planejamento de um conjunto de situações pedagógicas reais (p. 411);

c) *Didática empírica*: Ramo da didática que se apoia na experiência e no bom senso, sem levar em consideração nenhum quadro teórico (p. 415);

d) *Didática científica*: Didática em um domínio bem definido, com base em fundamentos teóricos coerentes e com um vocabulário preciso, práticas validadas, bem como métodos funcionais, explicativos e lógicos de seus conhecimentos e de suas atividades (p. 416);

e) *Didática específica*: Didática que se interessa no planejamento do ensino-aprendizagem de uma disciplina particular, de habilidades particulares, de meios particulares direcionados a alunos com necessidades particulares (p. 416);

f) *Didática especial*: Na obra de Legendre (2005) tal didática é tratada enquanto sinônimo de didática específica.

g) *Didática experienciada*: Na obra de Legendre (2005) tal didática é tratada enquanto sinônimo de didática empírica.

h) *Didática experimental*: Didática na qual os dados provêm de experimentações rigorosas conduzidas em uma pluralidade de situações pedagógicas reais com o objetivo de determinar o rendimento relativo de um conjunto de planejamentos diferentes nos quais os parâmetros foram definidos com grande precisão (p. 415)

i) *Didática fundamental*: Parte da didática que compreende o conjunto dos dados teóricos e dos princípios gerais, relativos ao planejamento das situações pedagógicas sem a devida consideração das aplicações práticas particulares, podendo ser considerada enquanto um sinônimo da didática teórica (p. 416);

j) *Didática geral*: Didática na qual os princípios e as práticas são aplicáveis a todos os conteúdos, a todas as habilidades escolares e a todos os níveis de ensino (p. 416). Para Legendre (2005), a didática geral se interessa na condução da aula através de palestras, aulas de diálogo, trabalhos práticos individuais ou em grupo, uso de livros didáticos etc.

k) *Didática teórica*: Na obra de Legendre (2005) tal didática é tratada enquanto sinônimo de didática fundamental.

l) *Didática interdisciplinar*: Didática que se concentra nas intersecções entre as disciplinas escolares (p. 416);

m) *Didática monodisciplinar*: Didática especial dedicada a uma só disciplina escolar (p. 416);

n) *Didática transdisciplinar*: Didática geral ou específica que se preocupa, sobretudo, com a capacidade pedagógica, utilizando as disciplinas escolares como pretexto para o ensino-aprendizagem (p. 416).

Pautados nesses cinco princípios que Bertrand e Houssaye (1999) consideram para as pesquisas relacionadas à didática, em particular às didáticas disciplinares, consideramos necessário entender como essa concepção de didática possibilita a aquisição de conhecimentos científicos. Para tal compreensão, emprestaremos da didática da matemática os fundamentos necessários que nos servirão de base para entender como os alunos aprendem conceitos, teorias e fenômenos científicos.

As primeiras pesquisas em didática da matemática se apoiaram no construtivismo piagetiano. A abordagem construtivista, por sua vez, privilegia um domínio muito específico do conhecimento ligados aos saberes matemáticos e científicos, como apontado por Almouloud (2007). Para o autor, a aquisição dos saberes matemáticos e científicos não se dá de maneira espontânea, visto a complexidade destes campos do saber, bem como ao constante processo de evolução de e sedimentação dos conhecimentos envolvidos. Nesse sentido, Almouloud (2007) adota o termo construtivismo didático. De acordo com o autor:

O construtivismo didático introduz uma mudança de perspectiva em relação ao construtivismo piagetiano centralizado no desenvolvimento do sujeito epistêmico. O sujeito é analisado como aluno em uma classe e a aquisição de conhecimentos é estudada considerando a organização do ensino, proposta pelo professor (ALMOULOU, 2007, p. 24-25).

Nesse sentido, um dos problemas associados ao pesquisador em educação matemática, mas também ligado ao ensino de ciências é compreender quais fatores e condições interferem no processo de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente de aquisição de conhecimentos, sejam eles matemáticos e/ou científicos pelos alunos. Segundo Almouloud (2007), a didática da matemática nasce na França, a partir dos anos 1970, em um contexto marcado pela reforma da matemática moderna. Para o autor, foi nesse contexto em que a didática da matemática buscava estudar os problemas de ensino dos conceitos matemáticos em função das exigências próprias ao saber matemático.

Vários foram os teóricos que se debruçaram quanto aos métodos de ensino-aprendizagem dos conceitos matemáticos, mas aqui daremos destaque a alguns destes pesquisadora, tais como Brousseau (1986) que introduziu as noções de variáveis didáticas, teoria das situações e contrato didático. Tais noções serviriam de base para uma melhor compreensão sobre as relações que se estabelecem, em sala de aula, entre professor, aluno e objeto do saber. A análise de tais relações abre espaço para a necessidade de considerar a diferença entre o objeto do saber a ser ensinado e o objeto do saber enquanto objeto de pesquisa e prática pelos pesquisadores nas universidades e centros de pesquisa, de onde surgiu o fenômeno da transposição didática (CHEVALLARD; JOSHUA, 1982).

Com o intuito de compreender como o conceito de nicho ecológico, objeto do saber científico, se manifesta nos livros didáticos de ensino superior adotados por diferentes cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), discorreremos sob o aporte teórico associado à Teoria Antropológica do Didático (TAD), proposta por Chevallard (1992).

3.2. *Conceitos fundamentais*

Antes de adentrarmos nos conceitos fundamentais que concernem a Teoria Antropológica do Didático (TAD), achamos necessário explicar, brevemente, sobre os caminhos que levaram à construção da teoria. A TAD é uma teoria elaborada por Yves Chevallard, um didata francês que concentrou seus trabalhos de pesquisa nos processos de ensino e aprendizagem no campo da matemática, atualmente ocupando o cargo de professor-pesquisador no *Institut Universitaire de Formation des Maîtres de l'Académie d'Aix-Marseille*, onde coordena o programa de pesquisa em formação docente em matemática. Uma de suas obras mais marcantes foi o livro, publicado em 1991, *La Transposition Didactique*. No texto, Chevallard discorre sobre os fundamentos da Teoria da Transposição Didática em oito diferentes capítulos, juntamente com um posfácio. Ressaltamos aqui que apesar da grande divulgação do termo através de Chevallard (1991), o termo foi empregado inicialmente pelo sociólogo Michel Verret, em sua tese de doutorado, publicada em 1975 e intitulada *Les temps des études*, onde o autor se propõe a desenvolver um estudo de caráter sociológico, buscando compreender como se dá a distribuição do tempo nas atividades escolares.

Apesar de inicialmente se debruçar sobre os princípios que regem a Transposição didática, Chevallard já concebia a ideia de que as didáticas se encontravam circunscritas ao campo científico da antropologia. Para o autor, a epistemologia, enquanto ciência, dedicou-se ao interesse pelo estudo e da respectiva produção de saberes, bem como pelo estudo de seus produtores. Para o autor, na encruzilhada entre a antropologia dos saberes e a antropologia didática do conhecimento localiza-se a antropologia didática dos saberes, cujo objeto é a manipulação dos saberes com objetivo didático, especialmente, o ensino de saberes. Para ele, assim como se fala de didática do conhecimento ou didática cognitiva, deve-se falar de didática dos saberes. É nesse contexto que surge a TAD que, segundo Chevallard (1992), para ser entendida, exige a compreensão de três conceitos tidos como primitivos, que são os conceitos de: objeto (*O*), pessoa (*X*) e instituição (*I*). Tais conceitos serão melhor discutidos a seguir, o que nos impulsionará a compreender conceitos secundários originários a partir destes. De acordo com Chavallard (1992):

Os objetos ocupam, contudo, uma posição privilegiada: são o “material de base” da construção teórica considerada. Da mesma forma que, no universo matemático contemporâneo, fundado na teoria dos conjuntos, tudo é um conjunto (os próprios números inteiros são conjuntos), assim também, no universo que estou a considerar, todas as coisas são objetos. As

peças X e as instituições I , bem como as restantes entidades que serei levado a introduzir, são, pois, objetos de um tipo particular (p. 127).

Do ponto de vista da semântica, Chevallard (1992) preconiza que, no âmbito da TAD, um objeto O só existirá na medida em que uma pessoa X ou uma instituição I , reconhecê-lo como tal. Este princípio alega que tudo é objeto, mesmo as pessoas e instituições poderão, em determinado momento, serem consideradas objetos para outra pessoa X e/ou instituição I . Imaginemos de início que um professor de biologia (X) ensina a relação predador-presa (O) em seu curso de ecologia de comunidades (I), no entanto um determinado aluno de pedagogia decide analisar a prática deste professor (O_1) e a didática empregada no curso de ecologia de comunidades (O_2) à luz da didática do ensino de ciências (I). Nesse caso, tanto o professor de biologia, quanto o curso de ecologia de comunidades que outrora eram considerados, respectivamente, como X e I , passam em um segundo momento a serem vistos enquanto objetos por outra pessoa (aluno de pedagogia) em outra instituição (didática do ensino de ciências). Compreendemos, portanto, que tanto pessoa, quanto o objeto e a instituição dependerão do referencial a qual estiverem submetidos podendo permutar de posição, uma vez que o contexto seja alterado.

O segundo conceito apontado por Chevallard (1992) é o de pessoa. Para o autor, o conceito de pessoa só surge no momento em que um indivíduo X estabelece um conjunto de relações pessoais com determinado objeto O . Segundo Chevallard (1992), a pessoa é mutável com o decorrer do tempo, sendo que tal característica é fortemente contribuída com a evolução no nível relacional que a pessoa estabelece com os objetos, todavia podemos considerar que o indivíduo continua sendo invariante. Podemos exemplificar tal princípio da seguinte maneira: Joaquim, aluno de biologia do ensino médio, estabelece uma relação com o objeto do saber sistema cardiovascular (O). Neste caso, Joaquim, por estabelecer uma relação pessoal com o objeto O torna-se uma pessoa X_1 para O , no entanto, se pensarmos que 15 anos depois, Joaquim tenha se tornado um médico cardiologista, podemos inferir que houve uma mudança na maneira como o sujeito enxerga o objeto do saber *sistema cardiovascular* e desta forma, não podemos mais considerar Joaquim como X_1 , mas como X_2 . Este exemplo permite compreender que, apesar do indivíduo ser invariante, as relações estabelecidas com o objeto são diferentes e estas diferenças se estendem quanto à pessoa X que estabelece tais relações.

O terceiro conceito primitivo apontado por Chevallard (1992) é o conceito de

instituição, para ele, assim como o conceito de objeto, o conceito de instituição ultrapassa o sentido das palavras. Toda instituição “é, em um certo grau, uma instituição didática, ou em outras palavras, toda educação institucional comporta uma parte maior ou menor de instrução institucional” (CHEVALLARD, 1992, p. 92). Assim sendo:

Uma escola é uma instituição, tal como o é uma sala de aula; mas existe igualmente a instituição trabalho orientado, a instituição curso, a instituição família. A vida cotidiana é uma instituição (num dado meio social), o mesmo acontecendo ao estado amoroso (numa dada cultura) etc. (CHEVALLARD, 1992, p. 129).

As pesquisas que tem como referencial teórico a Teoria Antropológica do Didático buscam, acima de tudo, compreender quais relações pessoais e institucionais são estabelecidas com os diferentes objetos do saber. Nesse sentido, para tais pesquisas, os conceitos supracitados de Pessoa (*X*), Objeto (*O*) e Instituição (*I*) são necessários para avançar na compreensão sobre como os objetos do saber são recebidos pelas pessoas em uma dada instituição. Observamos ainda que muitas destas pesquisas se pautam em estudos comparativos envolvendo as relações estabelecidas por duas ou mais instituições com o mesmo objeto do saber. Para Chaachoua e Comiti (2010) estes estudos comparativos podem ser realizados, levando em consideração: I) duas diferentes disciplinas no ensino de um mesmo país, como no estudo de Cissé (2007) sobre o estudo de vetores no ensino de matemática e física na cidade de Dakar, Senegal ou no trabalho de Aysegul e Saglam (2010) relativo às equações diferenciais no ensino de matemática e física comparando o fim do ensino médio com o primeiro ano universitário na França ou II) as instituições podem ainda ser vistas enquanto currículo de ensino de dois países diferentes. Neste tipo de trabalho, os autores sugerem que nos interroguemos sobre os impactos das diferentes escolhas institucionais sobre a aprendizagem dos estudantes, podendo esta análise se basear nos programas curriculares e nos manuais escolares como é o caso da tese de doutorado de Araújo (2009), no qual o autor compara o ensino de álgebra em duas diferentes instituições: Currículo de matemática no Brasil e na França ou da tese de doutorado de Nguyen (2006), onde a autora faz uma análise didática comparativa para a resolução de problemas envolvendo equações do 2º grau no ensino médio da França e do Vietnã.

Na sequência da descrição da apresentação da teoria, Chevallard (1992) estabelece algumas ponderações com relação à articulação entre os conceitos de objeto (*O*) e instituição (*I*). Como apontado anteriormente, na TAD, o autor discute sobre o processo de

institucionalização das relações pessoais estabelecidas com os objetos. Para Chevallard, um objeto do saber (O) só será aceito e internalizado, na medida em que relações institucionais forem estabelecidas com o mesmo, podendo esta relação ser representada pela simbologia matemática $R(I,O)$, na qual R representa a relação existente entre uma instituição (I) com o objeto (O) que à ela pertence. Henriques (2007) aponta que uma das formas de verificar a materialização de tais relações é através da análise e verificação dos registros de documentos oficiais da instituição, tais como projetos acadêmicos curriculares, ementas de disciplina, planos de aula, Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) etc.

A ideia de aprendizagem também é considerada no trabalho de Chevallard (1992). Segundo o autor “Há, pois, aprendizagem (para a pessoa X , relativamente ao objeto O) quando $R(X,O)$ se altera. Bem entendido, é possível que $R(X,O)$ não se altere, dizemos então que X não aprendeu” (p. 130). Tal simbologia nos indica que para que haja aprendizagem da pessoa X dentro da instituição, far-se-á necessária que uma relação seja estabelecida entre a pessoa e o objeto nos conformes regidos pela instituição. Por exemplo, um aluno (X) que acredita que a ecologia (O) é a ciência que estuda os diferentes grupos animais só demonstrará aprendizagem se sua relação com o objeto (conceito de ecologia), uma vez que o enxergue enquanto uma *ciência que estuda a relação entre os seres vivos e o meio em que eles vivem*, ideia aceita e canonizada na instituição (disciplina de biologia), qualquer outra alteração na relação entre X e O que não levem à tal conclusão se mostrará equivocada e, portanto, indicará uma ausência de aprendizagem dentro dos parâmetros institucionais. Chevallard (1992) compreende, dessa forma, que a aprendizagem passe pelo entendimento das aprendizagens institucionais. É a partir desta ideia que uma nova noção é introduzida pelo autor, a noção de sujeito. Para Chevallard (1992) uma pessoa X só se tornará sujeito, no momento em que esta fizer parte de uma instituição I , nesse sentido, não podemos pensar na ideia de sujeito, sem pensar que X pertence a I , logo: $X \in I$.

Suponhamos então que uma pessoa X entra na instituição I , e seja O , um objeto institucional para I . O objeto O começará a viver para X sob o constrangimento da relação institucional $R_I(O)$. Por outras palavras, vai construir-se ou alterar-se, uma relação pessoal $R(X,O)$, sob constrangimento $R_I(O)$ – e, mais amplamente, sob constrangimento do contrato institucional C_I (CHEVALLARD, 1992, p. 130).

Outro aspecto a ser considerado, é o fato de que, segundo Chevallard (1992) pessoas fazem parte de instituições e, dessa forma, estabelecem relações pessoais com o objeto, como

apresentado na representação matemática $R(X,O)$. Para o autor, esse tipo de relação só se estabelecerá no momento em que a pessoa (X) enxerga, manipula e/ou compreende o objeto (O), segundo a lógica da instituição (I) que o detém. No exemplo anterior, o aluno (X) só poderá integrar a instituição (disciplina de biologia) se puder se apropriar dos objetos pertencentes à esta instituição, como o conceito de ecologia (O), de outra forma a pessoa X não constituirá um sujeito da instituição por não fazer uso de seus objetos como se é esperado, diz-se, pois, que o aluno não aprendeu os elementos ou objetos pertencentes à instituição, levando a comentários como: “*Fulano não nasceu para cálculo!*”; “*Esta disciplina não entra na minha cabeça!*”; “*Esse assunto é coisa de outro mundo!*” etc. Vale ressaltar ainda que o estabelecimento de relação entre a pessoa X e um objeto institucional O_i não implica que a mesma deva necessariamente pertencer à instituição, podendo se dar de maneira indireta através do contato com elementos institucionais como livros, tecnologias, professores, funcionários, documentos oficiais etc.

Entendemos, assim como Henriques et al. (2012), que a relação institucional está particularmente relacionada às atividades institucionais que são solicitadas aos estudantes, sendo esta caracterizada pela diversidade dos tipos de tarefas que lhes são apresentadas, tarefas estas que devem ser realizadas, pelos estudantes, pautados em razões que justifiquem os métodos de realização das tarefas. Assim sendo, Henriques et al. (2012, p. 1265) pontuam que “A relação institucional com um objeto $R(I,O)$ é descrita por um conjunto de práticas sociais que funcionam numa instituição, envolvendo esse objeto do saber”.

De acordo com Chevallard (1992) os saberes constituem uma categoria particular de objetos que podem ser caracterizados pela sua flexibilidade em serem aprendidos, quanto ensinados, não sendo conhecidos, se não tiverem sido aprendidos pelo indivíduo. Para o autor, qualquer saber S está associado a uma instituição, sendo portanto denominado de $P(S)$ que é a instituição de produção de S , ou instituição produtora do saber. “Para se tornar um bom sujeito de I , uma pessoa X deve aprender certos saberes S , especialmente, porque alguns destes saberes vivem na instituição P ” (CHEVALLARD, 1992, p. 109). Nesse sentido, não podemos pensar, por exemplo, que um estudante de licenciatura em biologia (X) participe da instituição biologia (I) sem dispor dos saberes que se mostram fundamentais para as ciências biológicas como anatomia, fisiologia, ecologia, genética, evolução etc. Ressaltamos tais saberes, visto que estes são saberes que se mantêm na instituição, diferentemente do saber “*A segunda guerra mundial teve seu final no ano de 1945*”. Este saber, apesar de importante para a instituição (história contemporânea) ou (geografia política) não vive na instituição biologia e, portanto, não dominá-la não é um critério que impedirá o sujeito de continuar a participar desta instituição.

Compreendemos, desta forma, que o saber é ensinado, aprendido, transmitido de uma pessoa à outra, podendo movimentar-se entre as diversas instituições. É nesse contexto que surge o conceito-chave de *organização praxeológica*, na qual Chevallard (1992) aponta como um modelo de análise para compreender a ação humana institucional, cujas práticas institucionais estão ligadas a um objeto do saber.

3.3. Fundamentos da organização praxeológica

A Teoria Antropológica do Didático (TAD), proposta por Chevallard (1999), nasce a partir da reflexão de que toda atividade humana regularmente realizada pode ser descrita enquanto modelo único. Observamos que os pressupostos ligados à TAD são voltados para a ação do professor em sala de aula. Nessa direção, Chevallard (1999) propõe uma nova reflexão a respeito da didática, partindo-se de uma nova compreensão de epistemologia escolar que traga como postulado central a ideia de praxeologia ou análise praxeológica, podendo esta servir para a compreensão de toda e qualquer atividade humana.

A análise praxeológica tem por finalidade a análise da ação humana institucional, pautada em quatro noções fundamentais: Tarefa, técnica, tecnologia e teoria. Estas noções foram propostas por Chevallard (1992) com foco na modelação das práticas sociais, em geral, e das atividades matemáticas, em particular. Apesar de seu grande interesse pelas atividades matemáticas, a compreensão de seus princípios e teoremas pode ser perfeitamente aplicada no campo do ensino da biologia e das demais ciências. Dentre os vários conceitos que emergem da atividade institucional, talvez o mais importante e central para a compreensão da Teoria Antropológica do Didático (TAD) seja o conceito de praxeologia.

Ao apresentar a noção de praxeologia, Chevallard (1999) aponta, conforme citamos anteriormente, quatro noções: tarefas, técnicas, tecnologias e teorias. Para o autor, na raiz do conceito de praxeologia encontram-se as noções de tarefa t e tipos de tarefa T . Nesse sentido, podemos afirmar que, matematicamente $t \in T$, ou seja, uma tarefa pertence a um determinado agrupamento ou categoria de tarefas sendo, geralmente, expressa por um verbo, como *subir e descer* uma escada, *lavar* um prato, *ler* um livro etc. Para Chevallard (1999) três aspectos precisam ser ressaltados com relação à tarefa: I) a noção de tarefa; II) os tipos de tarefas estão associados a uma determinada finalidade e III) as tarefas e os tipos de tarefas não são dados na natureza, mas devem ser considerados enquanto artefatos.

O primeiro aspecto é relacionado à própria noção de tarefa utilizada por Chevallard

(1999). Segundo o autor, a noção de tarefa aqui empregada diz respeito a tudo que envolve uma ação, por exemplo: *Levantar* da cama, *andar* em direção ao banheiro e *escovar* os dentes seriam três diferentes tarefas. Desta forma, a noção de tarefa empregada na sua teoria, diz respeito a toda e qualquer atividade humana, seja ela consciente ou inconsciente produzida com determinada finalidade. Podemos pensar, igualmente, em tarefas que podem ser realizadas no contexto da sala de aula, como por exemplo: *Elaborar* um gráfico, *calcular* uma equação, *escrever* um texto, *pintar* uma tela ou *realizar* um experimento.

O segundo aspecto apontado é o fato de que os tipos de tarefas estão associados a um determinado objetivo e finalidade. Nesse sentido, no exemplo anterior, *andar* em direção ao banheiro é um tipo de tarefa, no entanto o simples fato de andar é considerado como um gênero da tarefa. No ensino de biologia, por exemplo: *Descrever* o nicho ecológico de uma espécie seria um tipo de tarefa, no entanto *descrever*, por si só, não nos diz muita coisa, dado que o descrever *per si*, tal qual andar, é um exemplo de um gênero da tarefa. Descrever envolve um conteúdo, ou seja: a descrição de algo ou sobre algo. Por conseguinte, o ato de descrever exige um complemento sobre o que deve ser descrito, quando acrescenta-se um complemento ao gênero da tarefa, nomeia-se esse complemento de tipo de tarefa. No nosso exemplo, *o nicho ecológico de uma espécie*.

O terceiro aspecto diz respeito ao fato de que tanto as tarefas, quanto os tipos de tarefas e os gêneros não são dados na natureza, mas são considerados “artefatos” ou construções institucionais. Consideramos como artefato, neste trabalho, aquilo que Strati (1992) sugere enquanto objeto portador de um determinado significado para uma pessoa ou instituição. Tais artefatos, uma vez que forem reconstruídos em determinada instituição (um curso, uma aula, uma disciplina) constituiria um problema completo que Chevallard (1999) enxerga como “objeto próprio da didática” (p. 223). Dessa forma, o artefato, quando integrado na instituição, seria construído, modificado e adaptado pelas pessoas que integram tal instituição, afim de conferir um significado real a este objeto no contexto da instituição que ele representa. Pensando, por exemplo, o conceito de nicho ecológico, tal conceito, enquanto “artefato” da instituição ecologia, passou e ainda passa por processos de construção, modificação e ressignificação através das pessoas que integram a instituição, tais modificações surgem com o intuito de ajustar o objeto de forma a conferir-lhe um significado que atenda aos interesses da instituição ecologia.

Nas análises de documentos, como por exemplo livros didáticos, a identificação dos tipos de tarefas, segundo Chaachoua e Comiti (2010) deve consistir o primeiro passo para conduzir à uma análise das atividades presentes nas diferentes partes do capítulo. De acordo

com os autores, os exemplos e as atividades do curso, normalmente apresentados sob a forma de trabalhos práticos ou de exercícios resolvidos, permitem a separação dos diferentes tipos de atividades importantes para a instituição. Assim sendo, a seção exercícios possibilita a localização dos diferentes tipos de tarefas. Silva et al. (2020), por sua vez, acreditam que seja “pertinente questionarmos sobre os formatos das tarefas, sobretudo os apresentados em livros didáticos, com o intuito de direcionar as discussões conceituais para os lugares onde elas devem transitar” (p. 2). Este tipo de reflexão nos possibilita descobrir quais conceitos, habilidades e atitudes devem ser desenvolvidas pelos alunos e que são do interesse do currículo escolar e, conseqüentemente dos autores de livros didáticos.

A segunda noção discutida por Chevallard (1999) é a noção de técnica. Segundo o autor, dado um tipo de tarefa T , uma praxeologia relativa à T exigirá uma forma de realizar as tarefas t pertencentes a T . Nesse contexto, haverá uma determinada maneira de fazer ou de realizar a tarefa, o que Chevallard (1992) nomeia de técnica τ , palavra com origem grega (*tekhné*) que significa *saber fazer*. Dessa forma, compreendemos que um determinado tipo de tarefa T está relacionado ao modo de realizar (técnica τ). Assim como para as tarefas, Chevallard (1999) elencou três ponderações com relação às técnicas: I) Ausência de prevalência no uso de uma técnica (τ) em uma tarefa (t); II) Não obrigatoriedade do uso de técnicas algoritmizadas e III) Padronização institucional para o uso de uma técnica ou de um conjunto de técnicas.

A primeira ponderação está relacionada ao fato de que uma técnica τ , ou seja, um modo de fazer, não tem uma prevalência ou êxito maior em relação ao conjunto das técnicas $P(\tau)$ para a realização de um tipo de tarefa T , estando relacionada ao alcance da tarefa, por exemplo, para a resolução da tarefa “*Identificar o nível trófico de uma determinada espécie em uma cadeia alimentar*” o aluno pode utilizar diferentes técnicas, tais como: (τ_1) contagem da quantidade de níveis tróficos existentes a partir dos produtores ou (τ_2) identificar qual espécie atuante na cadeia alimentar exerce o papel de presa.

A segunda ponderação considera que uma técnica τ não é, necessariamente, algorítmica ou quase algorítmica. Assim sendo, pintar uma tela ou passear com o cachorro no parque não são tipos de tarefas que demandam uma técnica algorítmica. Nesse sentido, apesar de Chevallard (1999) considerar a algoritmização enquanto uma tendência na realização das tarefas, especialmente quando o progresso técnico tende a permanecer por longo tempo em determinada instituição, esta não é uma regra, de maneira que muitas das tarefas a serem desempenhadas nas instituições não apresentam nenhum sequenciamento em diferentes etapas.

A terceira e última ponderação aponta que em uma dada instituição I considera-se que para um tipo de tarefa T existe normalmente uma só técnica τ , ou em alguns casos, um pequeno conjunto de técnicas que são institucionalmente reconhecidas em I . Logo, técnicas alternativas provenientes de outras instituições encontrariam resistência quanto à sua utilização na instituição de referência. Isso pode ser evidenciado na taxonomia biológica (I_1), na qual a classificação de uma espécie era feita através do uso de chaves dicotômicas (τ_1), pautando-se quase que exclusivamente nas características morfofisiológicas da espécie, no entanto, com o avanço das tecnologias biomoleculares no campo da genética (I_2), muitas foram as maneiras de repensar a classificação das espécies. Por exemplo, através da análise de DNA (τ_2). O que não significa dizer que as técnicas de I_2 não encontraram resistência em I_1 .

Silva et al. (2020) afirmam que a produção de técnicas enquanto uma ação cooperativa entre alunos e professores não ocorrerá em um ambiente de naturalização das tarefas, sendo necessário, para isso, que as tarefas se apresentem como problemáticas, possibilitadoras do surgimento de novas técnicas. Chevallard (1999) considera que a interação entre as tarefas problemáticas e o surgimento de novas técnicas torna-se um trabalho essencial para o desenvolvimento da atividade institucional de um estudante. Silva et al. (2020) consideram que, para existir em uma instituição, a tarefa deve se mostrar compreensível, legível e justificada, o que permite o mínimo de controle, assegurando a efetividade das tarefas com a contribuição e colaboração dos diversos atores institucionais. Para os autores, essa restrição implica na existência de um discurso que justifique as tarefas e técnicas. É nesse cenário que Chevallard (1999) traz a terceira noção, a tecnologia (θ).

Ao tratar de tecnologia θ , Chevallard (1999) acredita que, no contexto na TAD, o termo estaria relacionado ao discurso racional (argumentos da razão) em relação à técnica τ . A tecnologia teria por finalidade maior justificar racionalmente o uso de determinada técnica τ , assegurando a realização de tarefas do tipo T . O autor adverte ainda que, assim como a técnica, a racionalidade de uma dada tecnologia varia de acordo com o espaço institucional, de modo que o que pode ser considerado como racionalidade da técnica ou da tecnologia θ em T_1 pode ser considerado pouco racional ou, muitas vezes, irracional em T_2 . O autor propõe ainda três novas considerações com relação às tecnologias θ .

A primeira condição é o fato de que em uma instituição I , qualquer que seja o tipo de tarefa T , pode-se considerar que a técnica τ utilizada estará sempre acompanhada de, ao menos, um vestígio da tecnologia θ , sendo que muitas vezes, tais elementos tecnológicos podem estar integrados com a técnica. Essa consideração é exemplificada na citação a seguir:

Assim ocorre tradicionalmente na aritmética elementar, em que o mesmo discurso tem dupla função, permitindo, de uma vez, encontrar o resultado solicitado (*função técnica*) e justificar que é correto o resultado esperado (*função tecnológica*), como quando se diz: Se 8 caramelos custam 10 francos, 24 caramelos, ou seja, 3 vezes 8 caramelos, custarão 3 vezes mais, 3 vezes 10 francos (CHEVALLARD, 1999, p. 224).

Para o autor, quando uma técnica τ em uma dada instituição I se torna canônica, ou seja, quando tal técnica é bem estabelecida e reconhecida por todos os que fazem parte da instituição, sendo muitas vezes a única reconhecida e a única empregada, esta dispensará uma justificativa para sua utilização e, portanto, será considerada como uma técnica autotecnológica, técnica esta que, pelo fato de ser tão comum na instituição, explica por si só sua utilização para a realização de determinada tarefa t .

A segunda condição aponta que a segunda função da tecnologia consiste em explicar, tornando inteligível o uso de determinada técnica. Fazendo uso do exemplo relativo à classificação de espécies biológicas através da taxonomia e da sistemática filogenética, cada técnica é explicada por uma diferente tecnologia que a justifica e a embasa. Na técnica de classificação das espécies através de chaves dicotômicas (τ_1), a tecnologia que justifica o uso desta técnica aponta que *com a identificação de semelhanças e diferenças morfofisiológicas na chave de identificação, o taxonomista é capaz de descobrir a qual grupo taxonômico determinada espécie pertence* (θ_1). Já a técnica de classificação de espécies através de análises moleculares de DNA (τ_2) é justificada pela tecnologia que afirma que *o código genético de uma espécie está contido em seu DNA, uma vez que tal código seja decodificado para duas ou mais espécies, o pesquisador será capaz de identificar o percentual de semelhança genética entre duas ou mais espécies* (θ_2).

Ressaltamos que, enquanto a primeira função consiste em assegurar que a técnica seja apropriada a determinado tipo de tarefa T , a segunda consistirá em expor o porquê de a mesma ser a mais adequada. Para Henriques et al. (2012):

Um estudante memoriza uma determinada tecnologia (teorema ou fórmula), chega a resolver certos tipos de tarefas com essa tecnologia, mas, às vezes, não sabe explicar o porquê do resultado encontrado. Isso porque, conforme a decomposição praxeológica que veremos a seguir, em dois blocos, o estudante se prende no primeiro deles, o saber-fazer [*praxe*], uma vez que o ambiente tecnológico-teórico [*logos*] é geralmente do domínio do professor (p. 1266).

A terceira condição relativa à tecnologia é o fato de considerá-la enquanto produtora de técnicas. Nesse sentido, o autor considera que sempre haverá tecnologias consideradas como potenciais, tecnologias que ainda não pertencem a uma técnica ou que pertencem a pouquíssimas, sendo, portanto, consideradas como tecnologias à espera de técnicas. Nesse tipo de afirmação, Chevallard (1999) nos convida a refletir sobre a possibilidade de que muito avanço científico tem sido realizado a nível teórico, no entanto, falta-nos o desenvolvimento necessário para transformar tais aspectos teóricos do *logos* em prática (*praxes*) e, a partir daí, desenvolver tais técnicas.

A quarta e última noção do modelo praxeológico apontado por Chevallard (1999) é a noção de teoria Θ . Para o autor, o discurso tecnológico é pautado em teoremas e afirmações amparadas na razão, é este suporte teórico racional, em um nível superior, que justifica a tecnologia a qual Chevallard (1999) chama de teoria. Se retomarmos nosso exemplo, esta noção se mostra fundamental em relação à técnica, sendo esta suficiente para dar conta da tarefa proposta. Segundo Chevallard (1999) o termo tem origem no grego (*theoria*) apresentando o sentido de “especulação abstrata”(p. 225). Para o autor, os enunciados teóricos se mostram abstratos e distantes da realidade apresentada pelas técnicas e tarefas, sendo por seu caráter abstrato que as teorias fundam a generalidade dos enunciados com o intuito de justificar, explicar e produzir.

Uma vez compreendida as quatro noções fundamentais que compõem a organização praxeológica (OP) podemos conceber a ideia de modelo praxeológico ou quarteto praxeológico. Este quarteto é representado matematicamente por $[T, \tau, \theta, \Theta]$. Segundo Chevallard (1999) dois blocos podem ser elencados, o bloco $[T, \tau]$ denominado de prático-técnico que é aquele bloco relacionado ao saber-fazer; já o bloco $[\theta, \Theta]$ denominado de tecnológico-teórico está relacionado ao saber propriamente dito, pautado em princípios, leis e teoremas. Vale ressaltar que estes blocos, apesar de complementares não implicam em interdependência, por exemplo: Um aluno pode se apropriar do conhecimento teórico necessário sobre a taxonomia biológica (*logos*), mas não ser capaz de categorizar diferentes espécies fazendo uso de uma chave dicotômica (*praxes*) e vice-versa.

As noções anteriormente supracitadas, levaram Chevallard (1992) a apresentar quatro postulados que gerem um modelo de atividade humana: O primeiro postulado (P_1) considera que toda atividade humana pode ser dividida em várias tarefas *t*, logo se enxergarmos a didática do ensino de biologia enquanto uma atividade antropológica, então esta seria composta por diferentes tarefas didáticas com a finalidade de promover o processo de ensino-aprendizagem. O segundo princípio (P_2) considera que para a realização de uma atividade de

determinado tipo T , seja ela: matemática, química, biológica ou extra disciplinar como *ler um livro*, exigirá a implementação de uma técnica específica τ para a sua realização. O terceiro postulado (P_3) diz respeito ao fato de que uma técnica deve se mostrar compreensível e justificável para ser viável, sendo apoiada por um discurso que a justifique. À esta justificativa, Chevallard (1992) dá o nome de discurso tecnológico ou tecnologia da técnica θ . O quarto e último postulado (P_4) considera que, assim como a técnica, a tecnologia empregada deve ser igualmente justificável, sendo esta justificativa da tecnologia conhecida como teoria Θ .

Tanto a noção de organização praxeológica, quanto a noção de relação institucional propiciam, a partir de uma análise ecológica dos materiais didáticos, tais como livros, apostilas e os programas curriculares, ferramentas que, segundo Henriques et al. (2012) permitirem, ao pesquisador, responder questões relacionadas ao contexto institucional, assim sendo, faz-se necessária uma análise dos livros e programas adotados na instituição de referência. Neyret (1995), por sua vez, considera que os livros didáticos são produtos de instituições dispositivas, podendo estas, serem representadas por pessoas ou por grupos de pessoas com a responsabilidade de redigir os manuais. Além do conceito de organização praxeológica para um objeto do saber, Chevallard (1999) trata sobre as organizações ou praxeologias didáticas.

Antes de definir o que seria quarteto praxeológico didático, nos colocaremos diante de uma situação hipotética, mas que existe naturalmente no momento de idealização, elaboração e publicação de um livro didático, para isso tomaremos como base o quarteto praxeológico anteriormente citado [T , τ , θ , Θ], no qual (T) é tipo de tarefa, (τ) é técnica, (θ) é tecnologia e (Θ) é teoria. Considerando que na nossa situação, o tipo de tarefa didática (T_d) seria o de ensinar o conceito de nicho ecológico. As técnicas didáticas (τ_d) adotadas pelos autores dos livros didáticos podem ser as mais diversas possíveis. Os autores podem, por exemplo: a) elaborar textos que se limitam à transmissão passiva do conteúdo e aprendizagem através da simples memorização (τ_{d1}), b) do contrário um livro didático pode apresentar o conteúdo de maneira a confrontar os aprendizes a situações que estimulem a elaboração de hipóteses seguida de um levantamento de pesquisa afim de resolver determinado problema (τ_{d2}). Nesse sentido, a adoção de cada uma das técnicas didáticas está endossada por tecnologias (θ_d) e teorias (Θ_d) didáticas específicas. Em outras palavras, os autores que ensinam o conceito de nicho ecológico fazendo uso da τ_{d1} tomam por base teorias que não consideram o aprendiz como sujeito ativo e corresponsável por sua aprendizagem (Θ_{d1}), enquanto os manuais que realizam a tarefa através da técnica τ_{d2} o fazem partindo do princípio

de que o aluno é um agente ativo na construção do conhecimento e, portanto, pode e deve ser constantemente desafiado (Θ_{d2}). A partir da situação anteriormente apresentada, tomamos como definição de quarteto praxeológico didático a mesma apresentada por Bittar (2017):

“Um *quarteto praxeológico didático* será definido por um tipo de tarefa didática, resolvida por uma técnica didática (escolha para a apresentação do conteúdo), que é justificada pelas crenças (outros) sobre como o aluno aprende (ou como queremos que ele aprenda – questão ideológica)” (BITTAR, 2017, p. 380).

Chevallard (1998) define ainda quatro diferentes categorias de organizações praxeológicas: praxeologia pontual, praxeologia local, praxeologia regional e praxeologia global. A princípio, um tipo de tarefa T é formado por uma técnica τ , uma tecnologia θ e uma teoria Θ , todos estes denotados por praxeologia pontual $[T, \tau, \theta, \Theta]$. A praxeologia pontual $[T, \tau, \theta, \Theta]$ é assim categorizada quando apenas leva em consideração uma única tarefa T . A praxeologia local $[T_i, \tau_i, \theta, \Theta]$ é assim categorizada quando leva em consideração uma determinada tecnologia θ . Geralmente uma determinada instituição I tem uma teoria Θ , tem várias tecnologias θ_j que cada qual por sua vez justifica e torna-se inteligível. Várias técnicas τ_{ij} correspondem ao maior número de tipos de tarefas T_{ij} . Esse tipo de desenvolvimento em torno de uma única teoria é chamada de praxeologia regional $[T_{ij}, \tau_{ij}, \theta_j, \Theta]$. Quando a organização praxeológica é desenvolvida em uma determinada instituição I pela agregação de várias tarefas T , técnicas τ e tecnologias θ à várias teorias, é chamada de praxeologia global $[T_{ijk}, \tau_{ijk}, \theta_{jk}, \Theta_k]$. Ou seja, a praxeologia global é a agregação de várias organizações praxeológicas regionais atuantes às várias teorias Θ .

Apesar da TAD tratar, preponderantemente da análise praxeológica, outras análises estabelecem relação com esta teoria, como a análise institucional e a análise ecológica ou da *ecologia dos saberes*. A primeira análise é apontada por Henriques et al. (2012) como um

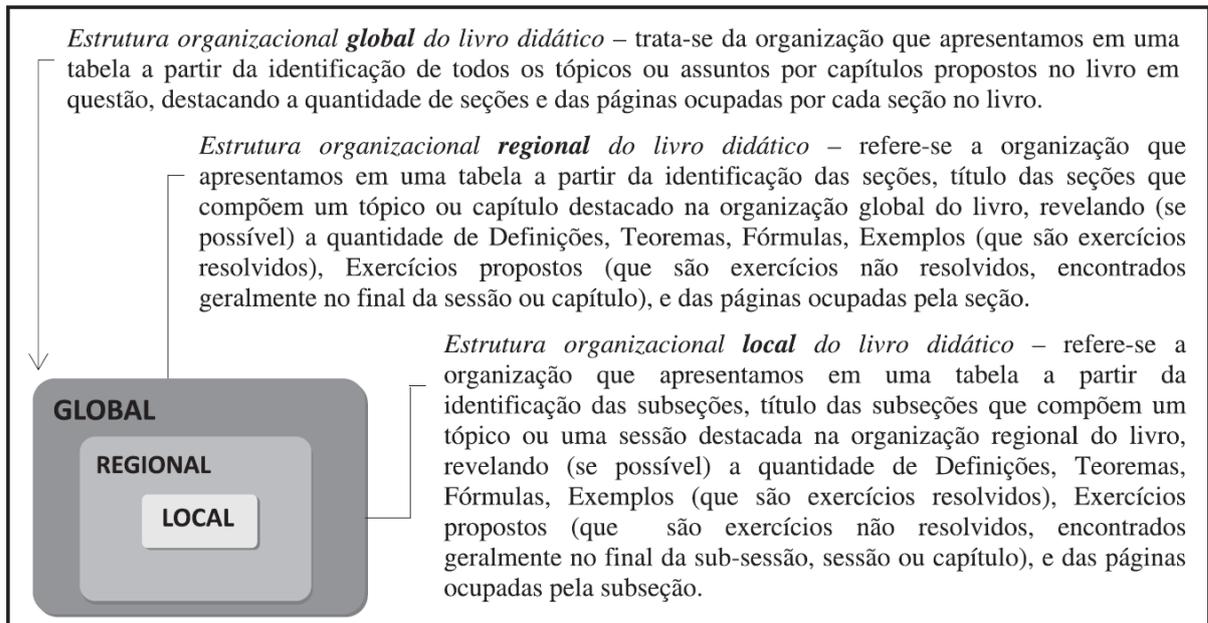
Estudo realizado em torno de elementos institucionais, a partir de inquietações/questões levantadas pelo pesquisador no contexto institucional correspondente, permitindo identificar as condições e exigências que determinam essa instituição, as relações institucionais e pessoais a objetos do saber e as organizações ou praxeologias desses objetos que intervêm no processo de ensino-aprendizagem (p. 1268).

Para o autor, uma análise institucional “permite identificar as condições e exigências que determinam, numa instituição, as práticas institucionais em torno de objetos de estudo requeridos na formação de recursos humanos” (p. 1261). Dessa forma, compreender, por exemplo, como um determinado conceito, ou teoria é abordado em uma determinada instituição pode levar à uma maior compreensão da maneira como os indivíduos que compõem tal instituição enxergam o objeto.

A segunda análise ou abordagem ecológica dos saberes, como é conhecida, pauta-se em dois conceitos importados das ciências ecológicas: o conceito de hábitat e nicho ecológico. Segundo Chevallard (1992), o hábitat seria o lugar de vida e o ambiente conceitual de um determinado objeto do saber. Esse conceito contempla fundamentalmente, os objetos com os quais o objeto do saber interage, bem como identificar as situações de ensino nas quais aparecem as manifestações e experiências associadas. Quanto ao conceito de nicho ecológico, Chevallard (1992) entende o termo enquanto lugar funcional ocupado pelo objeto do saber na praxeologia dos objetos com os quais interage dentro das instituições. Sendo assim, uma análise ecológica permite ao pesquisador compreender o lugar ocupado ou reservado a determinado objeto do saber em uma determinada instituição, bem como estimar as possíveis relações estabelecidas entre o objeto do saber com os outros objetos que o rodeiam.

Do ponto de vista teórico-metodológico, Henriques et. al. (2012) defendem que a análise ecológica permite o acesso a elementos característicos da relação institucional com o objeto do ensino que se busca compreender. As análises permitem ainda compreender as exigências institucionais, bem como as organizações propostas em torno deste objeto. Os autores sugerem três estruturas organizacionais para a análise do livro didático: *global*, *regional* e *local*, conforme apresentados na **figura 3**.

Figura 3. Estruturas organizacionais em um livro didático.



Fonte: Henriques et al. (2012, p. 1272)

Segundo os autores, essa análise permite uma visão geral dos objetos de estudo propostos no livro em análise. Dessa forma, o pesquisador não só terá uma compreensão detalhada do hábitat, posição em que o objeto se encontra no elemento institucional (livro didático), como também com quais outros objetos ele estabelece relações diretas. Para melhor ilustrar como esta análise é feita, utilizaremos como exemplo o trabalho de Silva et al. (2017) que trata da análise praxeológica para o objeto matemático “Funções Trigonométricas” no livro didático *Conexões com a matemática*.

Na primeira etapa da análise, os autores se debruçam sobre a organização estrutural global, no qual o objeto em questão é trazido no volume 2 da coleção. Essa primeira análise indica, grosso modo, o hábitat no qual o objeto se encontra, entretanto para uma análise mais detalhada, os autores avançam na segunda etapa com a análise da estrutura organizacional regional. Neste momento da análise, uma vez que Silva et al. (2017) tenham estabelecido seu recorte de análise, passa-se a uma análise de cada seção presente no capítulo. Para tal, os autores elaboram uma tabela a fim de evidenciar a quantidade de definições, teoremas, fórmulas, exemplos, exercícios propostos e a quantidade de páginas para cada seção, bem como tais definições e exemplos dialogam no espaço reservado ao objeto do saber. Entretanto essa estrutura não é suficiente para emergir a praxeologia de cada um dos objetos de compõem as “Funções Trigonométricas”. Assim, com o intuito de aprimorar as análises sobre o objeto de

pesquisa, os autores se encaminham para a terceira etapa, relativa à estrutura organizacional local do livro didático.

Para a análise da estrutura organizacional local, os autores fizeram um novo recorte para a análise da sétima seção que corresponde à construção de gráficos trigonométricos. Este último nível de análise, permitiu aos autores evidenciar efetivamente a praxeologia proposta no livro escolhido a partir do ensino-aprendizagem de funções trigonométricas na respectiva instituição de referência com ênfase no registro gráfico. Neste momento a análise se dá no nível das subseções a partir dos teoremas, conceitos e representações presentes neste micro hábitat.

Nesse contexto, não podemos nos limitar apenas à discussão da teoria e das análises que a fundamentam. A ecologia de uma determinada praxeologia, seja ela qual for: matemática, química, física, geográfica ou biológica é constituída pelo conjunto das condições e restrições que permitem-na funcionar e evoluir em um dado ambiente institucional, não sendo aquela independente do material ostensivo no qual as técnicas são constituídas. Dessa maneira, na próxima seção, discutiremos os conceitos de objetos ostensivos e não ostensivos, conceitos estes extremamente necessários para a compreensão da materialidade das organizações praxeológicas, bem como dos conceitos, teorias e ideias que a elas estão relacionadas.

3.4. Objetos ostensivos e não ostensivos

Vimos, anteriormente, que toda ação humana carrega consigo técnicas e tecnologias por detrás das tarefas que são realizadas. Estas tarefas são pautadas, consciente ou inconscientemente em ideias, conceitos e princípios que, muitas vezes, se tornam difíceis de serem compreendidos pelos estudantes dada sua imaterialidade. Nesse sentido, a atividade humana, especialmente quando contextualizada dentro de uma instituição que tem por objetivo a difusão dos conhecimentos socialmente construídos como uma escola, universidade ou centro de pesquisa precisam transmitir, aos estudantes, ideias e conceitos, muitas vezes abstratos, de um determinado campo do saber. Para isso, não só as instituições, mas os próprios elementos institucionais precisam encontrar maneiras de tornar tais abstrações mais sensíveis e concretas aos alunos.

É nesse contexto que Chevallard & Bosch (1999) fazem surgir a ideia de objetos *ostensivos* e *não ostensivos*. Ressaltamos aqui, que tais noções surgiram a partir das dificuldades encontradas com o aprendizado de objetos de natureza matemática, mas que são

facilmente evidenciadas no ensino de ciências (química, física, biologia, astronomia etc.).

Para os autores:

Ostensivos são os objetos que têm uma forma material, sensível, sem ser especificado. Um objeto material (uma caneta, um compasso, etc.) é um *ostensivo*. Mas podem ser igualmente considerados como ostensivos os gestos (*ostensivos gestuais*), as palavras (*ostensivos discursivos* ou de *linguagem*), os diagramas, desenhos e gráficos (*ostensivos gráficos*) e a linguagem escrita, bem como os formalismos (*ostensivos escritos*). Ao contrário dos *ostensivos*, os *não ostensivos* estão relacionados às noções, conceitos, ideias, etc. e não podem, estritamente falando, ser manipulados, podendo apenas ser evocados mediante a manipulação dos *ostensivos* associados (CHEVALLARD & BOSCH, 1999, p. 10).

O termo *ostensivo* tem sua origem do latim (*ostendere*) que significa mostrar, apresentar, apelar aos sentidos. Nessa direção, Almouloud (2007) afirma que podemos considerar como *ostensivos* todos os objetos manipuláveis na execução de uma atividade: lápis, papel, brinquedos, jogos etc. Já os objetos *não ostensivos*, que só existem de forma institucional pois são concebidos e apropriados à uma dada instituição, só poderão ser invocados mediante a manipulação adequada de certos ostensivos apropriados. A realização de um experimento, em uma aula de ciências, por exemplo, exigirá a mobilização de *não ostensivos* (conceitos, métodos e fenômenos a serem investigados) que serão evidenciados, uma vez que os ostensivos (materiais de laboratório, gráficos, textos, modelos e esquemas) sejam manipulados.

Neste trabalho de pesquisa, nos concentramos nas atividades biológicas, em particular ligadas ao campo do saber ecologia que, à luz da TAD, se realiza através de uma pluralidade de registros, sejam eles verbais, escritos, gráficos, gestuais, discursivos etc. A biologia, enquanto uma ciência complexa que estuda os elementos da vida, sejam eles abstratos ou concretos tem, muitas vezes, como seus elementos fundamentais os conceitos que são, em sua natureza, objetos *não ostensivos*, a menos que sejam subsidiados pelos signos ou por objetos materiais que permitam sua compreensão, objetos *ostensivos*. Assim sendo, Chevallard & Bosch (1999) compreendem que um objeto só existirá no momento em que ele se faça presente para as instituições e para as pessoas que estabelecem relações com o mesmo.

À luz da TAD, os *ostensivos* não são mais ou menos apropriados, mas se ajustam às necessidades de cada objeto *não ostensivo* pelo fato de desempenharem o mesmo papel ao atribuir significado a determinado objeto considerado como *não ostensivo*, como por exemplo, ao explicar o conceito de respiração (*não ostensivo*), pode-se fazer uso de diferentes

ostensivos, tais como: A descrição verbal da entrada e saída de gases, um esquema que represente as trocas gasosas entre o sistema respiratório e o meio ambiente ou através de recursos gestuais utilizados pelo professor em sala de aula, representando os movimentos de inspiração e expiração.

De fato, os poucos instrumentos materiais utilizados (papel, lápis, quadro, giz, régua, compasso, calculadora ou computador) são, para Chevallard & Bosch (1999), considerados como suportes simples ou, às vezes, ajuda indispensável, mas que não fariam, em nenhuma hipótese, parte da atividade em si. Os outros objetos que, apesar de não serem materiais (escritos, gráficos, gestuais, discursivos etc.), mas que apresentam uma certa sensibilidade, seja no ensino da matemática ou das diversas ciências podem, eventualmente, apresentar uma certa especificidade, funcionando como signos que representam o lugar dos *não ostensivos*. Os autores compreendem a existência de uma dicotomia dialética entre os *ostensivos* e os *não ostensivos*, pontuando que:

Os objetos *não ostensivos* não devem ser entendidos como entidades “mentais”, pessoais e individuais que existiram unicamente “nas nossas mentes” ou no nosso espírito. *Ostensivos* e *não ostensivos* são sempre objetos institucionais, nos quais a existência só depende muito raramente da atividade de uma única pessoa (CHEVALLARD e BOSCH, 1999, p. 10).

Na grande maioria dos casos, os objetos institucionais estarão associados a um objeto *ostensivo* privilegiado, seu nome, que possibilitará uma evocação mínima do *não ostensivo*. Assim sendo, ao pensarmos na ciência ecológica, muitos são os objetos *não ostensivos* (conceitos, princípios e teorias) que pertencem a este campo do saber. Por ser uma ciência mista que lida, ao mesmo tempo, com elementos abstratos e concretos, existe uma maior facilidade em ajustar os *ostensivos* que serão apresentados aos estudantes a fim de concretizar e materializar os *não ostensivos* que se tem a intenção de ensinar. Tomemos como exemplo a situação a seguir: Em uma aula sobre cadeia alimentar, na qual os estudantes devem compreender a transferência de energia que passa dos produtores para os consumidores primários, destes para os consumidores secundários e por fim, passando aos consumidores terciários, dificilmente o aluno compreenderá tal processo sem o auxílio dos *ostensivos* adequados, para isso, o professor ou mesmo o livro didático podem apresentar um esquema de cadeia alimentar como o representado na **figura 4**.

Figura 4. Ostensivo gráfico representando o não ostensivo “cadeia alimentar”.



Fonte: Mendonça (2016, p. 43)

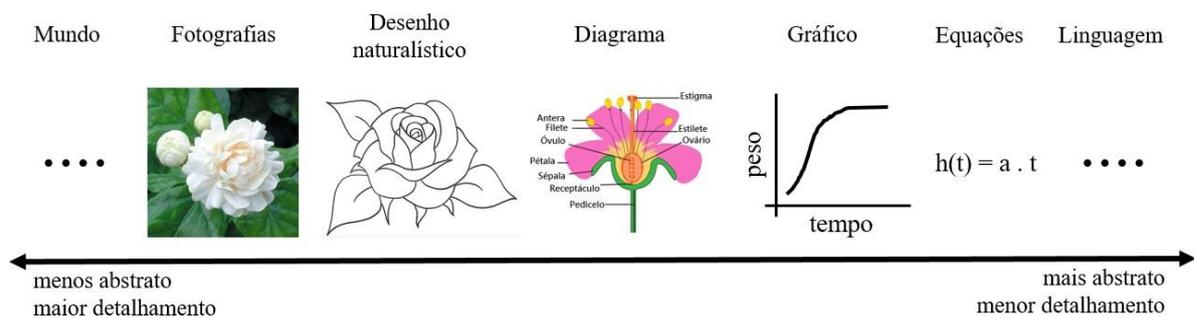
Na figura acima, temos a representação de uma cadeia alimentar terrestre, objeto *não ostensivo* do campo da ecologia. Apesar do conceito de cadeia alimentar, bem como dos demais conceitos que o acompanham, tais como energia, matéria, produtores, consumidores primários, secundários e terciários serem abstratos para o aluno de ciências, faz-se uso de *ostensivos*, tais como os verbais, através da descrição da funcionalidade da seta que indica o sentido do fluxo de energia e matéria, bem como de elementos gráficos, como as imagens do sol, representando a fonte primária de energia, da planta, representando os produtores, do gafanhoto, sapo e ave de rapina que ilustram respectivamente os consumidores primários, secundários e terciários. Neste exemplo, observamos aquilo que Chevallard e Bosch (1999) colocam com relação à evocação de *não ostensivos* que nos aproximam, culturalmente, de ingredientes supostamente necessários, não para agir, mas para justificar e explicar as ações, tanto da tecnologia, quanto da técnica.

Ressaltamos ainda que, segundo Chevallard e Bosch (1999) em toda atividade humana, existe a co-ativação de *ostensivos* e *não ostensivos*. Em se tratando de livros didáticos, acreditamos que a grande maioria dos *ostensivos* serão apresentados sob a forma escrita e gráfica, seja através de desenhos, gráficos, fotografias, tabelas etc. Para Bittar (2017) alguns *ostensivos*, tais como desenhos, por apresentarem maior materialidade tendem a ser melhor introduzidos nos anos iniciais da formação básica, enquanto esquemas, gráficos e tabelas, por serem *ostensivos* mais abstratos tendem a ser introduzidos mais tardiamente substituindo os primeiros.

Chevallard e Bosch (2012), ao analisarem a evolução ostensiva quanto ao campo da geometria, afirmam que, uma vez partindo-se do universo dos objetos materiais e de sua manipulação concreta, a atividade geométrica elementar nasce de uma combinação entre

o discurso oral com o trabalho gráfico para, em seguida, integrar os elementos escritos, tais como os nomes dos pontos e das figuras, a escrita do discurso etc.. Uma vez que tenhamos nos deparado com as formas mais evoluídas presentes na geometria analítica ou do próprio cálculo vetorial, o trabalho geométrico se faz sobretudo através do registro escrito acompanhado de um discurso oral permanente, enquanto substituto ao registro gráfico que, não deixa de ser importante, mas passa a ocupar um lugar secundário. Nesse sentido, nos pautamos em Pozzer e Roth (2003) que apresentaram um contínuo de modos representacionais que, aqui, chamaremos de *ostensivos*, em termos de grau de abstração, **figura 5**. Estes *ostensivos* incluem: modelos materiais (terrários, aquários, modelos do corpo humano etc.), ações (gestos), fotografias, animações, desenhos naturalísticos, diagramas, gráficos, mapas, equações e linguagem verbal, sendo estas, usadas frequentemente para representar ideias, conceitos e fenômenos biológicos.

Figura 5. Representações de uma flor ao longo de um contínuo de abstração.



Fonte: Pozzer & Roth, (2003, p. 1092) *Tradução e adaptação nossa.*

Acreditamos que, nos manuais didáticos de nível superior, a tendência por *ostensivos* ocorre em escalas mais abstratas, cujo nível de detalhamento é menor, visando a contemplar ainda mais os conceitos e ideias a serem aprendidos pelos estudantes do que os *ostensivos* utilizados nos diferentes níveis da formação básica (ensino médio e fundamental). Como dito anteriormente, a ecologia enquanto ciência pode fazer uso dos mais diversos *ostensivos*, desde os mais concretos e ricos em detalhes, como a utilização de um aquário para representar um miniecosistema até os mais abstratos como as equações de modelização para entender a dinâmica de populações de uma determinada espécie.

À luz da Teoria Antropológica do Didático (TAD), cabe a nós analisarmos se os *ostensivos* utilizados pelas diferentes instituições de referência em seus livros didáticos são adequados para a faixa etária e ao nível cognitivo dos aprendizes, de maneira que os

não ostensivos a serem mobilizados possam ser feitos com os *ostensivos* apresentados pelos respectivos manuais. Ainda pautados em Chevallard e Bosch (1999) acreditamos que o desenvolvimento das ciências nos possibilita a descoberta de novos *ostensivos* que se ajustem aos diferentes campos do conhecimento. Novas formas de manipular os antigos *ostensivos*, bem como a perda de certas maneiras de falar, agir ou escrever podem impulsionar o ajuste dos *ostensivos* aos *não ostensivos* próprios das ciências. Este tipo de “evolução ostensiva” não se realiza de forma uniforme e universal, mas depende estreitamente das instituições e das condições ecológicas que elas são capazes de criar a fim de tornarem vivas as praxeologias determinadas para o campo do saber em questão.

Capítulo 4 – Livro didático

Neste capítulo, discutiremos as diferentes concepções sobre o livro didático e como esta ferramenta pode ser analisada ecologicamente e praxeologicamente à luz da TAD. Antes de adentrarmos na compreensão e nas discussões trazidas pelos diferentes autores sobre o papel do livro didático, precisamos bem defini-lo, a fim de melhor seguir nossa compreensão sobre o processo sócio-histórico que possibilitou a materialização do saber através dos manuais didáticos de ensino superior.

De acordo com Oliveira (1984) o livro didático é um material impresso, destinado ou adequado a ser utilizado no processo de aprendizagem ou formação. Gérard e Roegiers (2009) corroboram esta linha de pensamento enxergando o livro didático como um volume impresso, estruturado para se inscrever em um processo de aprendizagem, melhorando, desta forma, a eficácia de tal processo. Aqui os autores delimitam o caráter funcional educativo do livro didático, sem excluir outros formatos de material impresso, como os paradidáticos que são, cada vez mais utilizados em sala de aula.

Lajolo (1996) segue a mesma corrente de pensamento que os demais autores apontando que o livro didático é “aquele que será utilizado em aulas e cursos, sendo escrito, editado, vendido e comprado com o intuito de ser utilizado no meio escolar, de forma sistemática” (p. 4). Segundo a autora, este é um instrumento específico e de elevada importância no processo de aprendizagem, mas não o único utilizado por professores e alunos, sendo muitas vezes decisivo para a qualidade do aprendizado a partir de atividades escolares. Outros autores como Bittencourt (1997, p. 72) concebem o livro didático como possuidor de várias características, sendo este um elemento em constante evolução a fim de atender às necessidades do mercado. O autor caracteriza-o como um “depósito dos conteúdos escolares, bem como um instrumento pedagógico portador de um sistema de valores, de uma ideologia e de uma cultura”.

No Brasil, a primeira concepção sobre livro didático foi apresentada no decreto de lei 1.006 de 30 de dezembro de 1938, aprovada pelo estado novo, que compreende este material da seguinte forma:

Art. 2º, §1º - Compêndios são livros que exponham total ou parcialmente a matéria das disciplinas constantes dos programas escolares; §2º - Livros de leitura de classe são os livros usados para leitura dos alunos em aula; tais livros também são chamados de texto, livro texto, compêndio escolar, livro escolar, livro de

classe, manual, livro didático (OLIVEIRA, 1980, p. 12 apud OLIVEIRA et al., 1984, p. 22).

Apesar do decreto supracitado considerar livros escolares e livros didáticos como sinônimos, Stray (1993) estabelece uma diferença entre tais termos. Para o autor, os primeiros são materiais utilizados no processo de ensino e aprendizagem, mas que não são destinados para fins educacionais, enquanto os livros didáticos que incluem, o manual do aluno, o guia do professor, o caderno de exercícios ou apostilas de aprendizagem, atlas escolares etc. são pensados e elaborados pelos autores e editores para oferecer uma apresentação pedagógica e didática de um determinado campo do conhecimento. Lopes (2007) põe em xeque o adjetivo “didático” em relação aos manuais escolares, sugerindo mesmo a retirada do adjetivo. Para o autor, este tipo de mudança possibilitaria um rearranjo das práticas pedagógicas, dos saberes docentes bem como das relações professor-aluno. Apesar de tais discussões, adotaremos para este trabalho o termo *livro didático*, visto que são nestes que identificamos os elementos transpositivos para o objeto do saber *Nicho ecológico*.

A educação escolar, segundo Verceze e Silvino (2008), se caracteriza pela mediação didático-pedagógica estabelecida entre conhecimentos práticos e teóricos, devendo adequar seus procedimentos e conteúdos, tanto à situação específica da escola e ao desenvolvimento do aluno quanto aos diferentes saberes a que recorrem. Para Chevallard, Bosh e Gascón (1997), “a escola deve criar meios para que os alunos estudem e aprendam (...), mas também deve proporcionar-lhes instrumentos para que possam continuar estudando ao saírem da escola, após terminadas as aulas” (p. 58).

É neste contexto que se inserem os livros didáticos, visto que estes apresentam grande importância, na medida em que foram elaborados visando atender às exigências procedimentais, informativas e conceituais propostas pelo currículo e pela situação pedagógica a que se destinam. De acordo com Gomes, Selles e Lopes (2009) os livros são tidos enquanto construções curriculares resultantes de diferentes contextos, tais como o governo e os órgãos oficiais, universidades, centros de pesquisa, editores, diretores de escola, professores e alunos que, na prática, selecionam, adotam e fazem uso deste material, ressignificando-o durante as atividades escolares.

O livro didático pode preencher diferentes funções, variando de acordo com o usuário desta ferramenta, a disciplina e o contexto no qual o material foi elaborado. Gérard e Roegiers (2009) estabelecem uma diferença primeira e clara entre as funções do livro didático relativas ao aluno e àquelas relativas ao professor. Para os autores, o livro do aluno apresenta funções ligadas à I) aprendizagem, sendo esta subdividida em funções de a) transmissão de

conhecimentos; b) desenvolvimento de capacidade e competências e consolidação e avaliação das aquisições e II) interface com a vida cotidiana e profissional, subdividida em a) integração das aquisições, b) referência e c) educação social e cultural.

Do ponto de vista da aprendizagem, Gérard e Roegiers (2009) nos convidam a refletir sobre o livro didático, enquanto ferramenta de suporte à transmissão de conhecimentos. Para os autores, essa transmissão se dá de modo direto e fechado, desconsiderando o perfil e os reais interesses apresentados pelos estudantes. Tal transmissão se dá, a partir do momento que o aluno faz uso deste material com o intuito de compreender dados particulares, tais como: conceitos, regras, fórmulas, fatos históricos e científicos, bem como processos de funcionamento tecnológico e suas terminologias. Tal função não deve se restringir unicamente à uma repetição dos saberes, mas deve permitir que os alunos apliquem tais conhecimentos em diferentes contextos de aprendizagem, sejam eles hipotéticos ou reais.

Além da aquisição de conhecimentos, o livro didático deve possibilitar o desenvolvimento de competências e capacidades, por parte de seus usuários. Esse tipo de função leva em consideração o despertar de um interesse pela aquisição de métodos e atitudes que se ajustem aos diferentes contextos de aprendizagem. Para Gérard e Roegiers (2009) tal funcionalidade é bem clara em livros que se concentram na aprendizagem de um idioma, na compreensão de uma abordagem científica, na organização dos conhecimentos aprendidos ou na busca por novas informações. Enquanto na aprendizagem de conhecimentos, o foco está no objeto de aprendizagem (conceito, fórmula, teoria, compreensão de um fenômeno etc.), na aquisição de capacidades, o foco passará a ser na atividade como tal, permitindo que o aluno exerça tal atividade sobre diferentes objetos de aprendizagem.

Uma vez que o livro tenha possibilitado a aprendizagem de objetos e das atividades a eles relacionados, chegamos à terceira função do livro didático que é o de consolidação e avaliação dos conhecimentos e competências adquiridos. Para tal, muitos livros fazem uso de exercícios (resolvidos e propostos) com o intuito que assegurar uma certa estabilidade na aprendizagem dos estudantes, além de aplicar os conhecimentos e competências em situações de aprendizagem, os exercícios apresentados pelos manuais possibilitam uma avaliação formativa, na qual o aluno identificará quais aspectos da aprendizagem foram consolidados e quais merecem uma maior atenção, através da análise de erros.

Como dito anteriormente, além de uma função ligada à aprendizagem, Gérard e Roegiers (2009) apontam que o livro exerce uma função de interface entre aquilo que é visto em sala de aula e a realidade do aluno. Nesse sentido, os autores defendem que o livro didático não deve se limitar simplesmente à exposição de conhecimentos e métodos de um determinado

campo disciplinar, mas deve igualmente oferecer situações da vida real para que o aluno possa compreender o seu entorno, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos no próprio livro. Nesse sentido, deve-se pensar em uma integração entre os conhecimentos disciplinares e interdisciplinares de modo a resolver problemas de cunho real e que sejam tangíveis à realidade do aluno.

Vale ressaltar que o livro didático possui uma função enquanto referência do conhecimento, de modo que, em determinados contextos, a escassez de informações científicas está presente nas diversas formas de comunicação, limitando-se aos livros didáticos, sendo estes, muitas vezes, a única fonte de informação, seja como referência sobre uma dada regra gramatical, fórmula química, data de um determinado evento ou explicação de um fenômeno climático etc. No entanto, vale ressaltar que esta exclusividade apresentada pelo livro didático vem reduzindo, dada a diversidade de fontes de informação (revistas, internet, jornais, aplicativos, jogos educativos etc.).

Por fim, mas não menos importante, o livro didático é apontado enquanto uma ferramenta com função de educação social e cultural, de forma que é neles onde, muitas vezes, os estudantes irão se deparar com aspectos comportamentais, de relação com o outro e da vida na sociedade, em geral, correspondendo aos objetivos da aprendizagem em um domínio socioafetivo, permitindo ao aluno uma oportunidade de encontrar seu lugar enquanto cidadão crítico-reflexivo em um contexto familiar, social, cultural e nacional, como apontado por Gérard e Roegiers (2009).

Para Oliveira (1980), algumas das funções-chave do livro didático são as de informar, formar e comover aquele que o utiliza, servindo assim ao ensino através da transmissão de experiências. Mesmo com a existência de uma infinidade de recursos materiais a serem utilizados na escola, é o livro didático que ocupa, muitas vezes, um lugar central no processo de ensino-aprendizagem de determinado saber, visto que é através dele que o professor transmite e o aluno se depara com os diferentes saberes impostos pelo currículo. Ressaltamos que tal importância do livro didático não se limita ao ensino básico, mas se estende igualmente para o ensino universitário, no entanto, neste último, os alunos podem se apropriar dos diferentes saberes fazendo uso de outros recursos com igual força, como os artigos científicos presentes nas revistas de comunicação científica, por exemplo.

Ainda sobre a funcionalidade do livro didático, Rottesteiner (2010) aponta quatro principais funções atreladas à esta ferramenta pedagógica. A primeira está ligada ao *design* estrutural das coleções sendo, muitas vezes, presente nos livros modernos, por exemplo o formato de justaposição, que permite ao professor um maior suporte no planejamento do

programa, bem como na apresentação das lições. Igual importância é dada às obras que estabelecem uma separação clara entre as informações básicas e adicionais, distinguindo os níveis de tarefas ou os diferentes métodos para apresentação do conteúdo. Se por um lado, o *design* atrativo das coleções mais atualizadas aumenta a motivação, por outro, estes mesmos manuais oferecem um número suficiente de informações e situações para aprofundamento do conteúdo, substituindo, muitas vezes, as avaliações, tanto orais quanto escritas.

A pluralidade funcional apresentada pelo livro didático, possibilita uma maior compreensão de que a “escolha” de livros não se limita, unicamente, a questões econômicas, práticas e estéticas, mas também leva em consideração aspectos sociais e epistemológicos. Para autores como Pro Chereguini e Pro Bueno (2011), o livro didático tende a ser confundido com o próprio currículo oficial: “de fato, quando alguns professores falam do programa da disciplina ou dos conhecimentos que devem ensinar aos estudantes, se referem mais a este recurso didático e menos ao documento legislativo aprovado pela Administração” (PRO CHEREGUINI e PRO BUENO, 2011, p.149).

Ressaltamos a importância deste material, não apenas enquanto ferramenta pedagógica, mas também enquanto ferramenta política, social e cultural, visto sua reprodutibilidade e capacidade de representação dos valores da sociedade em um contexto histórico-geográfico, como apontado no parágrafo segundo do artigo primeiro da lei da Política Nacional do Livro, publicada em 30 de outubro de 2003 “o livro é o meio principal e insubstituível da difusão da cultura e transmissão do conhecimento, do fomento à pesquisa social e científica, da conservação do patrimônio nacional, da transformação e do aperfeiçoamento social e da melhoria da qualidade de vida” (BRASIL, 2003).

Do ponto de vista estrutural, Choppin (1992) apresenta seis elementos básicos na composição do livro didático, divididos em dois grandes componentes, os textuais e os imagéticos. Fazem parte dos componentes textuais: 1) textos básicos, são os textos escritos pelos autores; 2) textos adicionais, compõem essa parte as fontes e citações, sumários etc.; 3) textos explanatórios, são aqueles textos relacionados às explicações, introduções, interpretações, classificações etc. Já os componentes não textuais são: 4) elementos visuais, tais como fotografias, gráficos, tabelas, desenhos etc.; 5) recursos, aqui encontram-se as atividades, exercícios propostos, sugestões de atividades práticas etc. e 6) orientações, através do índice, tabelas de símbolos, glossário etc.

Vale ressaltar que, em uma era de grande explosão das comunicações multimídia, um grande impacto tem se dado quanto à reestruturação dos manuais didáticos que vem, cada vez mais, fazendo uso intenso de elementos visuais. “A maioria dos livros mais antigos tem um

número reduzido de elementos visuais quando comparados aos manuais escolares mais modernos” (ROTTESTEINER, 2010, p. 3895). Para a autora, imagens podem transmitir, em um curto espaço de tempo, mais informações do que textos no mesmo período. Além disso, as imagens podem ser registradas mais facilmente na memória de longo prazo que as informações apresentadas no formato de texto.

O livro didático tem ocupado um lugar de destaque no processo de ensino-aprendizagem em contexto escolar, seja pela sua reconhecida reputação, seja pelo fato deste ser elaborado e produzido a partir dos parâmetros curriculares nacionais em determinado contexto sócio-histórico. Este “está situado na encruzilhada entre cultura, pedagogia, publicação e sociedade” (STRAY, 1993, p. 77). Choppin (1992), por sua vez, enxerga o livro didático como um produto de consumo ou um meio de conhecimento acadêmico, um vetor ideológico e cultural, bem como uma ferramenta pedagógica. Venezky (1992) ressalta que o livro didático é um artefato cultural enquanto elemento materializado e acessível do currículo escolar. Esta noção de livro enquanto substituto de currículo, já houvera sido ressaltado no trabalho de Woodward, Elliot e Nagel (1988) que escrevem:

Significativamente, nas últimas décadas, os livros didáticos assumiram o currículo em muitas escolas (...) particularmente no ensino fundamental e médio. Os professores, por sua vez, contam com os programas trazidos nos manuais didáticos para fornecer, não apenas o conteúdo do saber, mas também estratégias de ensino e táticas na forma de abordagens bem elaboradas para a apresentação das principais disciplinas escolares e dos planos de aula detalhados (p. 1).

A necessidade de situar os livros didáticos em um contexto mais amplo é ressaltada por Purves (1993). Segundo o autor, os livros didáticos existem dentro de um contexto político, não apenas restritos à instituição escolar, logo não seria possível pensá-los como representações de uma entidade isolada conhecidos como conhecimento puro ou prática pedagógica pura. Tal afirmação nos leva a crer que o livro didático existe e se constitui em um espaço de disputa de interesses que, muitas vezes, começam bem antes da chegada deste instrumento na escola, mas que só nela irão refletir seus reais objetivos. Nesse sentido, o livro didático não deverá ser enxergado unicamente como elemento de transmissão dos saberes ou de instrução pedagógica, mas como representação viva dos interesses curriculares construídos na noosfera. O conceito de noosfera foi apresentado por Chevallard (1991) com o intuito de definir o núcleo operacional responsável pelo processo de transposição didática. Para o autor é na noosfera que se dão os conflitos de interesse, bem como as negociações e, por fim, surgem as soluções que permitirão

estabelecer o que deve ou não ser transposto do texto acadêmico para o texto escolar, ressaltamos ainda que é na noosfera que serão definidos os saberes que deverão compor a cena didática nos programas curriculares da escola.

No parágrafo anterior, ficou evidenciado que todo livro didático emerge de um conjunto complexo de interações que exigem a contribuição de várias partes. Gérard e Roegiers (1993) nos apresentam algumas destas como por exemplo, os agentes responsáveis pelos processos de design (os autores, o editor da coleção, assessores técnicos e científicos etc.), publicação (o editor, o impressor, o ilustrador, o artista de layout, leitores etc.), avaliação (avaliadores dos manuais escolares) e para uso (tomadores de decisão e usuários finais como alunos, professores etc.). Apesar de toda essa diversidade de atores no processo de construção do livro didático, caberá ao professor a decisão final quanto à adaptação destes materiais ao seu contexto escolar, bem como à planificação do uso que a eles será atribuída.

“Sendo uma das principais ferramentas e guias de ensino-aprendizagem nos cursos de ensino básico, tanto médio quanto fundamental, os livros didáticos exercem uma grande influência no que é ensinado em sala de aula e como deve ser ensinado” (MCDONALD, 2016, p. 484). Um ponto que não deve ser perdido de vista, no entanto, é que para o público, os livros didáticos são a expressão de crenças e intenções educacionais. A polarização sobre a maneira como os livros didáticos são enxergados pode ser melhor compreendida através das palavras de Munakata (2012):

(...) Foi chamado por seus detratores de ferramenta ideológica do Estado, *muleta* de apoio do professor com deficiência na formação, produto capitalista produzido com fins lucrativos, instrumento alienante, e por seus defensores, de ferramenta necessária e pertinente para a eficiência da escolarização, além de servir como mediador entre professor e aluno (p. 63).

O livro didático se torna necessário, constituindo-se como principal instrumento de redimensionamento dos professores e alunos em suas atividades de sala de aula, sendo utilizado por cerca de 90% dos professores de ciências do ensino médio norte americano (WEISS et al. 1989), no qual Blystone (1989) estima que os manuais são utilizados em 75% das atividades em sala de aula e 90% nas atividades de casa. De acordo com Venezky (1992) um dos fatores que explicariam a posição dominante do livro didático na educação americana está ligada aos problemas na seleção e treinamento de professores. Para o autor, muitos problemas na elaboração, adoção e uso dos livros didáticos precisam ainda ser mais bem explorados. Muito pouco se sabe sobre as decisões tomadas pelos editores no processo de construção do livro

didático e menos ainda sobre os efeitos que o design desta ferramenta pedagógica afeta a relação entre o aluno e o texto.

Dentre os principais usos que os professores alegam fazer do livro didático em suas atividades docentes, destaca-se a utilização destes como apoio às atividades de ensino-aprendizagem, seja no magistério em sala de aula, seja em atividades extraescolares, 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 manuais (NETO & FRACALANZA, 2003, p. 148).

Diante disso, Lima e Filho (2016) ressaltam que os educadores aderem suas metodologias ao uso dessa ferramenta pedagógica, por este motivo, a qualidade do livro usado pelo docente, em sala de aula, deve atender aos quesitos propostos pelos planos curriculares nacionais, estaduais e/ou municipais. Yang et al. (2019) assumem ainda que, nos livros didáticos de ciências, a presença de tarefas investigativas bem elaboradas pode ajudar os professores a planejarem aulas investigativas mais eficazes. Os autores reforçam ainda a necessidade de avaliar a qualidade das tarefas investigativas nos mesmos manuais didáticos.

Nikonova et al. (2016) afirmam que o livro didático, enquanto material educacional, deve estimular o pensamento dos alunos, promovendo a concentração em questões problemáticas e o desenvolvimento futuro de uma determinada ciência. É importante incluir perguntas, ilustrações, gráficos, tabelas e diagramas no livro, possibilitando a construção de situações problemáticas que levem à formação da necessidade dos alunos em dominar o conhecimento necessário. Batsyn & Butyagina (2005) ressaltam, porém, que se o material for apresentado no livro em uma versão muito leve, o trabalho com este material não contribuirá para o desenvolvimento do pensamento ou das habilidades criativas dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Com o avanço da tecnologia, inúmeras formas de linguagem são produzidas, a escola, por sua vez, é o palco no qual estas diferentes linguagens e códigos dialogarão. “Por serem presentes na sociedade, devem ser trabalhadas na escola sendo, desta forma, que o livro didático contribui como um portador de linguagens” (LAJOLO, 1996, p.5).

Dada sua relevância, enquanto ferramenta pedagógica no espaço escolar, muitas pesquisas vêm se debruçando sobre este material, especialmente entre os pesquisadores de educação. No Brasil, os livros didáticos começam a ocupar um lugar de destaque no espaço escolar, a partir dos anos 1925 com os livros publicados pela Companhia Editora Nacional. De acordo com Dutra (2004) e Hallewell (2012), tais manuais se destinavam à literatura escolar,

buscando atender aos públicos estudantis das mais diferentes faixas etárias e níveis escolares de ensino. A inovação trazida pela Companhia Editora Nacional estava no estabelecimento de um padrão técnico-pedagógico que buscasse atender às necessidades da época. Apesar dessa investida nos anos 20, “Os livros didáticos vêm suscitando um vivo interesse entre os pesquisadores de uns trinta anos para cá” (CHOPPIN, 2004, p. 549). Isso pode ser o reflexo de vários fatores, entretanto, nos guiamos em Batista e Rojo (2004) que afirmam ser uma das causas deste aumento de interesse pelos manuais didáticos, as mudanças ocorridas em 1997 através das políticas públicas governamentais para o livro didático no Brasil através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Segundo Lima e Filho (2016) mesmo com a aprovação dos livros pelo PNLD, é necessário que o professor, enquanto mediador dos conhecimentos, desperte o seu próprio senso analítico/reflexivo e avalie o material que irá utilizar, pois o livro didático deve funcionar como um instrumento de apoio ao seu trabalho.

Independente de quão melhor seja a qualidade do manual didático, é dever do professor adequar os seus conteúdos ao perfil da sua classe, pois ele conhece a sua individualidade e sabe definir qual metodologia se molda melhor à realidade dos seus alunos (LAJOLO, 1996, p. 5).

Vimos, nos parágrafos anteriores, que os livros didáticos exercem grande influência no processo educacional atuando, muitas vezes, de forma significativa, como instrumento complementar desse processo, entretanto certos cuidados devem ser levados em consideração, visto que tal instrumento pode ser limitador do trabalho docente, configurando-se instrumento de difusão e manutenção de preconceitos, fortalecendo valores culturais hegemônicos em detrimento daquelas consideradas minoritárias.

Outro problema apontado por alguns autores está relacionado à forma incoerente e inconsciente com que os conteúdos são abordados nos manuais escolares. Ferreira e Soares (2008), por exemplo, observaram inconsistências e erros conceituais para o conteúdo de zoologia em manuais didáticos de ciências. Ainda quanto ao conteúdo de zoologia, Nascimento e Teixeira (2017) verificaram uma certa negligência, em grande parte das coleções didáticas de biologia do ensino médio, quando estabelecem diálogo entre o campo conceitual da zoologia sob a ótica dos princípios evolutivos.

As fragilidades dos manuais também surgem quando se analisam as situações presentes nos mesmos. Piassi e Pietrocola (2009) verificaram uma predominância de exposições teóricas nos problemas apresentados, mas desconsiderando as situações da realidade do aluno. Resultados semelhantes foram observados por Monteiro Junior e Medeiros (1998) ao relatarem

uma carência na abordagem de situações próximas à realidade dos aprendizes, bem como uma superficialidade na abordagem dos conteúdos. Lopes (1997) justifica tais imprecisões e equívocos, alegando a busca de uma simplificação dos conteúdos, por parte dos autores, a fim de facilitar a compreensão dos alunos.

De acordo com Pinho Alves, Pinheiro e Pietrocola (2001) os elementos que constituem o livro didático são os principais norteadores das aulas dos professores. Para os autores, ao preparar a aula, os docentes se embasam nos livros didáticos dirigidos ao respectivo grau de ensino, no entanto, devemos ter em vista que o livro didático não deve ser concebido enquanto uma “bíblia de salvação” cujo conteúdo é inquestionável, muito pelo contrário. Mesmo servindo enquanto ferramenta do trabalho docente, caberá ao professor a adoção de uma postura crítico-reflexiva frente aos conteúdos ali apresentados, reflexão esta que, muitas vezes, surge a partir do confronto entre o *saber a ser ensinado* e o *saber sábio*, aquele aprendido nas universidades e centros de pesquisa e que se encontram nos livros didáticos de ensino superior.

Para Lenoir (2003), “as disciplinas são a infraestrutura da ciência corporificada que podem ser encontradas não só nos departamentos universitários e nas sociedades profissionais, mas também nos manuais e livros didáticos” (p. 65). Apesar de haver, no Brasil, a resolução nº 60 de 20 de novembro de 2009 que dispõe sobre o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para a educação básica (ensino fundamental e médio), o único instrumento legal que legitima o livro didático de ensino superior é o decreto de lei 1.006 de 30 de novembro de 1938. Em seu parágrafo único, o decreto afirma que:

Os livros didáticos próprios do ensino superior independem da autorização de que trata este artigo, nem estão sujeitos às demais determinações da presente lei, mas é dever dos professores orientar os alunos, a fim de que escolham as boas obras, e não se utilizem das que lhes possam ser perniciosas à formação da cultura (BRASIL, 1938).

O texto de que trata a lei, deixa em aberto as premissas ou parâmetros a considerar na escolha dos livros didáticos de nível universitário, entretanto, um dos elementos necessários ao livro didático no ensino superior e que se impõe do ponto de vista da prática reflexiva está associado ao questionamento sobre as formas de uso deste material, bem como sua capacidade de atender às necessidades dos alunos e às demandas específicas do contexto universitário. Assim sendo, não devemos simplesmente nos limitarmos a refletir sobre o uso atribuído ao livro didático em nível superior, mas igualmente nos debruçarmos na reflexão sobre quem o concebe e com que finalidade. Por exemplo, um livro de anatomia humana poderá ser concebido para

alunos dos cursos de saúde (medicina, fisioterapia, enfermagem etc.), o que não implica em dizer que este será restrito a tais estudantes, podendo ser utilizado por alunos da área de biológicas, humanas (psicologia, antropologia etc.) ou mesmo tecnologia (design de jogos etc.).

Vale à pena refletir que no nível universitário, outros recursos didáticos se fazem presentes, tais como os artigos científicos, anais de congressos e trabalhos publicados (monografias, dissertações, teses), bem como livros específicos e paradidáticos que competem por espaço com o livro didático de ensino superior. No contexto deste trabalho, vale à pena refletirmos sobre quem concebe os livros didáticos de ecologia do ensino superior adotados nos cursos de ciências biológicas (licenciatura, bacharelado e ambientais) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), mas também compreender qual o uso atribuído por estes manuais nos diferentes cursos. A fim de identificar se os livros didáticos ocupariam o mesmo espaço com o mesmo grau de importância nos diferentes cursos de graduação, dado que o perfil de formação dos profissionais se difere.

Uma discussão sobre a avaliação de livros didáticos tem se mostrado relevante a fim de aprimorar competências teóricas, práticas e atitudinais na formação de professores. Para Nascimento e Martins (2009), o livro didático influencia toda a prática docente, desde o planejamento das aulas (e atividades afins), no qual é incluída a seleção dos tópicos e conteúdos (SILVA, QUADROS e AMARAL, 2009) até os modelos de avaliação da aprendizagem. Além disso, este instrumento didático mobiliza uma gama de recursos “com o intuito de convencer o leitor a considerar uma nova visão de mundo” (Ibid., p. 21). O livro didático serve de referência para o que é importante para o ensino, quanto ao conteúdo e aos aspectos didático-pedagógicos (ATAÍDE, SILVA e DANTAS, 2009).

O livro didático é apresentado por Souza et al. (2009) como um compilado de *consensos disciplinares*, sendo este um rico objeto de investigação, visto que é nele que se encontrarão as principais tendências para um determinado campo do saber em determinada região, bem como as concepções científicas e os processos que levam à construção da ciência. Complementamos à essa noção de *consensos disciplinares*, a noção de livro didático adotada por Nascimento e Martins (2009) na qual o livro serve, acima de tudo, para divulgar “conteúdos da ciência de referência didaticamente autorizadas” (p. 21-22). Assim sendo, fica claro que o livro didático dispõe de estruturas didaticamente aprovadas pelos membros de suas instituições particulares.

No caso específico da ciência, Yamazaki (2015) acreditam na existência de várias instâncias e distintas instituições para a formação de novos membros, mesmo com toda essa pluralidade, todas buscam, de alguma forma, levar a uma congruência de ações e pensamentos. Nesse sentido, há, por exemplo, a instância sala de aula, assim como a instituição livro didático

ou manual de ensino, ambos elementos fundamentais para a inserção de novos membros da tradição.

A quantidade de livros didáticos de ciências e, em particular de biologia, publicados têm aumentado consideravelmente com o aumento do conhecimento científico, para tanto Borchelt (1991) identificou que o conteúdo textual apresentava uma tendência de redução, visto que os estudantes não eram capazes de contemplar todo o programa nas aulas de ciências. Vários pesquisadores, já nas décadas de 80 e 90, demonstraram elevada preocupação com o tratamento dado a conceitos ecológicos tidos como essenciais (Harper, 1982; Stuart, 1982; Volk, Hungerford e Tomera, 1984).

Rosenthal (1985) já apresentava métodos quantitativos a fim de analisar o grau de atenção e o percentual de espaço reservado a um determinado conceito no livro didático. Carrick (1982), revisando os livros didáticos de biologia norte-americanos, observou que as porcentagens reservadas a conceitos como: População, comunidade e biomas mundiais eram extremamente baixas. Segundo Barber e Tomera (1985), mesmo sendo a ecologia considerada uma das cinco áreas mais importantes da biologia, os livros didáticos de biologia apresentam uma tendência a deixar o conteúdo de ecologia para o final das coleções, priorizando áreas como anatomia e biologia molecular (CARRICK, 1982; HURD, 1989).

Nas literaturas nacional e internacional são apresentados diversos métodos utilizados a fim de mensurar o grau de atenção dedicado a determinado conceito nos livros didáticos. Skoog (1978), preocupado com a influência das pressões criacionistas sobre o conteúdo *evolução* nos materiais didáticos produzidos nos Estados Unidos, investigou se o espaço reservado a tal conteúdo houvera sido alterado ao longo dos anos. Para tal, o autor fez uso da contagem de palavras estimando a média de palavras por linha e multiplicando o resultado pelo número de linhas. Junto a isso, o pesquisador determinou a quantidade relativa de páginas dedicadas ao assunto.

Outro método utilizado é o de Levin e Lindbeck (1979) onde o tamanho do texto é obtido a partir do número de páginas, com aproximação de décimos de página, levando-se em consideração apenas o texto, desconsiderando figuras, prefácio, questões, páginas de divisão de texto, resumos de capítulo etc. Outro método quantitativo, mais recente é o de área de mancha, proposto por Bizzo (1991), que pode ser medida tanto para componentes textuais quanto não textuais. Esse método, segundo o autor permite lidar com números mais próximos da realidade.

Apesar dos métodos supracitados se mostrarem efetivos do ponto de vista quantitativo, cada vez mais e mais pesquisas tem se debruçado sobre a análise dos livros didáticos sob uma abordagem antropológica. Neyret (1995) considera os livros didáticos como produtos de

instituições transpositivas, podendo estas serem representadas por pessoas com objetivos em comum ou por um grupo de pessoas encarregadas pelas autoridades públicas em educação a redigir os livros didáticos. É neste contexto de produção e reprodução de novas práticas pautadas em saberes teóricos (praxeologias) que a Teoria Antropológica do Didático (TAD) se mostra um suporte metodológico ideal para a análise antropológica de livros didáticos. Tomamos como referencial de análise a noção de organização praxeológica apresentada por Chevallard (1999) objetivando apreciar os capítulos que versam, especificamente, a respeito do conceito de *nicho ecológico* nos livros didáticos de ecologia em nível superior, adotados pelo curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Capítulo 5 – Procedimentos metodológicos

Com o presente estudo visamos compreender como a ecologia e, em particular, o conceito de nicho ecológico são abordados em três diferentes cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE): Licenciatura e bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais, através da análise de cinco livros de ecologia do ensino superior. Para atingirmos tal objetivo, foi conduzida pesquisa com abordagem qualitativa, pautada na pesquisa do tipo documental.

Segundo Minayo (1996), a metodologia qualitativa é aquela, na qual, busca-se o caminho do pensamento e a prática exercida na realidade, com o objetivo de descrever o percurso para atender as diferentes questões de pesquisa. Tal concepção reforça aquilo que foi proposto por Godoy (1995) uma vez que a abordagem qualitativa, no tocante à pesquisa, não se mostra enquanto uma estrutura rígida, mas possibilita que o pesquisador faça uso de imaginação e criatividade na realização de trabalhos que explorem novos enfoques.

No entanto, tais concepções não são suficientes para diferenciar a pesquisa qualitativa da quantitativa e, portanto, nos pautamos em Proetti (2017) ao considerar como principal diferença entre pesquisas de caráter qualitativo e quantitativo o fato de que este leva em consideração hipóteses e variáveis previamente definidas pelo pesquisador e cujo produto final será a quantificação dos eventos de maneira precisa e objetiva, enquanto aquele desenvolve sua construção empírica no intuito de entender, descrever e interpretar os fatos, permitindo ao pesquisador, um contato direto e interativo com o objeto de estudo.

Prodanov e De Freitas (2013), por sua vez, consideram que na pesquisa qualitativa:

Há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Esta não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Tal pesquisa é descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (p. 70).

De acordo com Richardson (2017) por se caracterizar enquanto uma pesquisa fundamentalmente interpretativa, a pesquisa qualitativa permite a utilização de uma ou várias

estratégias de investigação. Dado que o nosso trabalho se debruça na análise das ementas curriculares, bem como dos livros didáticos de ecologia, compreendemos que a pesquisa do tipo documental se mostra relevante, possibilitando, conforme Malheiros (2011), a extração de informações a partir de documentos que não receberam um tratamento científico ou sofreram interpretações, ou seja, aquilo que podemos considerar como fontes primárias de investigação. Segundo Ludke e André (2013) a análise documental pode ser considerada como uma importante técnica na abordagem de dados qualitativos, visto que torna possível a complementação de informações obtidas por meio de outras ferramentas de pesquisa, ou mesmo, desvendando novos aspectos de um determinado objeto ou tema de estudo, por meio de novos olhares e novas perspectivas de enxergar tal objeto.

Sá-Silva, Almeida, & Guindani (2009) consideram que o uso de documentos em pesquisas deve ser apreciado e valorizado, dado sua riqueza de informações com potencial para a ampliação do entendimento de objetos que precisam ser contextualizados historicamente e sócio culturalmente, para que possam ser mais bem compreendidos. A própria palavra “*documentos*” deve ser enxergada de uma forma mais ampla, podendo incluir materiais escritos (livros, jornais, revistas, periódicos científicos, obras literárias, cartas etc.), documentos estatísticos (que produzem um registro ordenado e regular de diferentes aspectos e hábitos de vida de uma determinada sociedade em um recorte espaço-temporal) e os documentos iconográficos (símbolos, sinais, fotografias, filmes etc.) como apresentado por Godoy (1995). Le Goff (2013), por sua vez, defende que:

O documento não é qualquer coisa que fica por conta do passado, é um produto da sociedade que o fabricou segundo as relações de forças que aí detinha o poder. Só a análise do documento enquanto monumento permite à memória coletiva recuperá-lo e ao historiador usá-lo cientificamente, isto é, com pleno conhecimento de causa (p. 495).

Ressaltamos ainda que, de acordo com Cellard (2008), a pesquisa documental favorece a observação do processo de maturação ou mesmo de evolução dos indivíduos, grupos, conceitos, conhecimentos, comportamentos, mentalidades, práticas, dentre outros. Uma outra vantagem desse tipo de análise é apresentada por Bailey (1982), no qual a análise documental nos permite estudar pessoas ou grupos sociais aos quais não temos acesso físico, seja pelo fato das mesmas não mais existirem, seja pelo fato de uma distância geográfica impossibilitar este contato. Godoy (1995) aponta ainda como uma das grandes vantagens do uso da análise documental a não-relatividade dos documentos, de maneira que estes, diferente da análise de

sujeitos na investigação, não correm o risco de mudarem seu comportamento, retratando a realidade social, econômica, política e cultural tal qual ela é em determinado contexto.

A análise documental, por si só, é uma técnica decisiva nas pesquisas em ciências sociais e humanas, visto ser um método que elimina, ao menos em parte, a eventualidade de qualquer influência – presença ou intervenção do pesquisador – do conjunto das interações, acontecimentos ou comportamentos pesquisados, anulando a possibilidade de reação do sujeito à operação de medida, segundo o olhar de Gauthier (1984). A fim de compreender onde e como vive, bem como se organizam as praxeologias para o ensino do conceito de nicho ecológico nos manuais didáticos de ecologia do ensino superior, nos amparamos na Teoria Antropológica do Didático (TAD), enquanto aporte teórico-metodológico, dado que tal teoria já se encontra bem consolidada na análise de manuais didáticos.

Tendo em vista que temos por objetivo compreender onde e como vive o conceito de nicho ecológico nos principais livros de ecologia do ensino superior, estruturamos cinco objetivos específicos de pesquisa que são: a) identificar o hábitat da ecologia na formação dos estudantes da licenciatura em ciências biológicas da UFPE; b) analisar onde e como vive o conceito de nicho ecológico nos principais livros didáticos de ecologia do ensino superior; c) caracterizar as organizações praxeológicas para o conceito de nicho ecológico nos manuais didáticos analisados; d) elencar os objetos ostensivos e não-ostensivos mobilizados pelos livros didáticos na abordagem do conceito de nicho ecológico e e) identificar e comparar as escolhas didáticas realizadas pelos diferentes autores na abordagem do conceito de nicho ecológico nos livros didáticos analisados.

Assim sendo, separamos nossos procedimentos metodológicos em duas diferentes etapas, que serão elencadas a seguir e mais bem detalhadas ao longo do capítulo: *Etapa 1*, análise ecológica do ensino de ecologia nos cursos de ciências biológicas da UFPE e *Etapa 2*, seleção e análises ecológica e praxeológica dos livros didáticos utilizados no curso de licenciatura em ciências biológicas da UFPE. Esta última etapa é composta de diferentes momentos, nas quais os manuais de ecologia são analisados sob diferentes óticas: I) ecológica; II) praxeológica; III) representativa e IV) didática.

5.1. Análise ecológica do ensino de ecologia:

A primeira etapa objetivou analisar onde e como está situada a ecologia nos cursos de ciências biológicas, em particular na licenciatura em ciências biológicas, da Universidade

Federal de Pernambuco. Para isso, selecionamos os três cursos de graduação que compõem o Centro de Ciências Biológicas (CCB) da UFPE: Licenciatura em ciências biológicas (I_1), bacharelado em ciências biológicas (I_2) e ciências biológicas, com ênfase em ciências ambientais (I_3). Como objeto de análise, selecionamos as matrizes curriculares, juntamente com as ementas das disciplinas ligadas à ecologia e áreas correlatas para cada curso.

Uma vez selecionados os cursos de graduação, passamos à análise ecológica comparativa entre os diferentes cursos, afim de investigarmos como se dá a formação “ecológica” dos diferentes professores de ciências da I_1 . A leitura minuciosa das matrizes e das ementas curriculares teve como intuito central a identificação do: a) hábitat e nicho da ecologia nos diferentes programas curriculares; b) percentual de carga horária reservada ao ensino de ecologia para cada curso de graduação e c) identificação das referências recomendadas para o ensino de ecologia. Ressaltamos que este último servirá como guia-norteador para a seleção das obras que se seguirá na segunda etapa da pesquisa onde, através da TAD, analisaremos os aspectos antropológicos a partir de um recorte que se debruça na abordagem dada ao ensino de nicho ecológico, objeto do saber deste trabalho de pesquisa.

5.2. Seleção dos livros didáticos:

Após a análise comparativa quanto ao ensino de ecologia nos três cursos de graduação: Licenciatura em ciências biológicas, bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais. Passamos à segunda etapa desta pesquisa, na qual iniciamos pela seleção dos livros didáticos de ecologia adotados pelo curso de licenciatura em ciências biológicas. Para tal seleção, realizamos a leitura “flutuante” do material a ser analisado, o que significa um primeiro contato a fim de compreender a estrutura de organização das obras, através da caracterização das mesmas. Antes de iniciar as análises, precisamos estabelecer os critérios para a seleção dos manuais didáticos que tratam do conceito de nicho ecológico e que foram sugeridos pelo curso de licenciatura em ciências biológicas. Após cuidadosa análise, chegamos ao quantitativo de cinco obras selecionadas a serem analisadas quando à abordagem do conceito de nicho ecológico enquanto *saber sábio* ou *saber científico*. Destas cinco, quatro são obras específicas para o ensino de ecologia, enquanto uma corresponde ao ensino de biologia de forma geral. Os manuais são apresentados (código, nome, autores, ano de publicação, editora e edição) no **quadro 4**, com as respectivas ilustrações de suas capas na **figura 6**.

Quadro 4. Livros didáticos de ecologia do ensino superior selecionados para análise.

Código	Manual didático	Autores	Ano	Editora	Ed.
LD₁	A Economia da Natureza	Robert Eric Ricklefs	2008	Guanabara Koogan	6 ^a
LD₂	Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas	Michael Begon, Colin R. Townsend e John L. Harper	2007	Artmed	4 ^a
LD₃	Fundamentos de Ecologia	Eugene P. Odum e Gary W. Barrett	2006	Cengage Learning	1 ^a
LD₄	Fundamentos em ecologia	Ricardo Motta Pinto-Coelho	2000	Artmed	1 ^a
LD₅	Biologia	Neil A. Campbell et al.	2015	Artmed	10 ^a

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

Figura 6. Capas dos livros didáticos do ensino superior selecionados para análise.

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

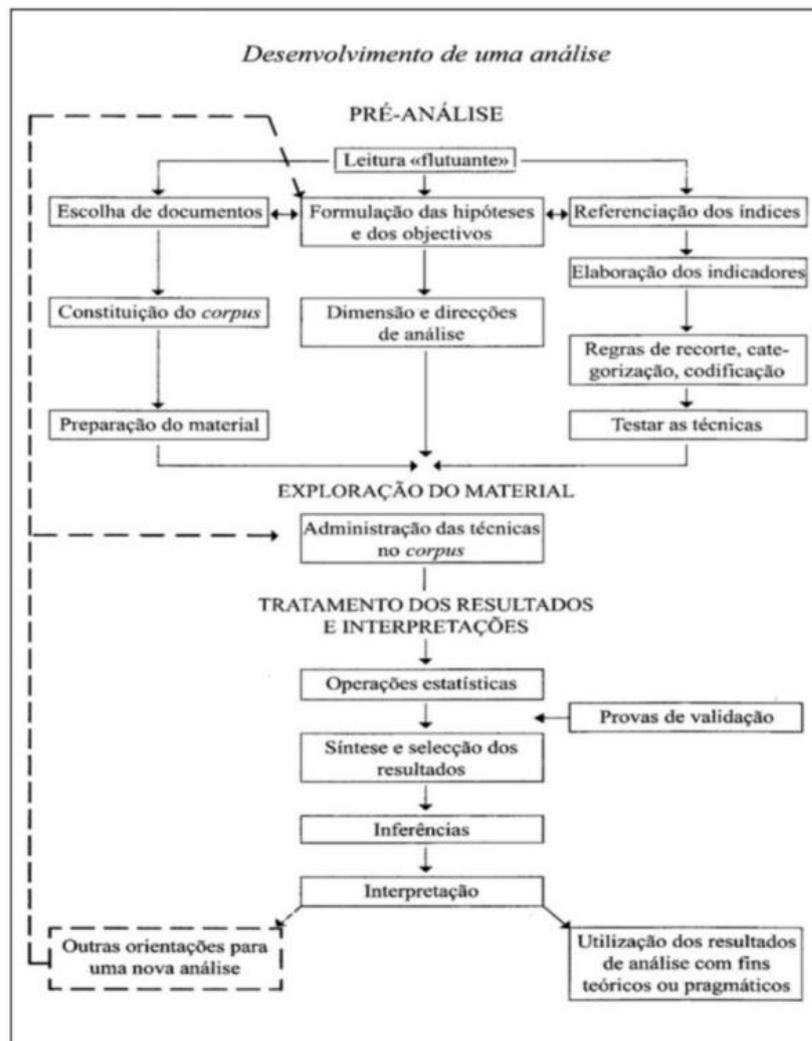
De posse de todo este material, nos concentramos em separar os capítulos que tratam do objeto do saber *nicho ecológico* para, em seguida, seguirmos com as diferentes análises: I) ecológica, identificando o hábitat e o nicho do objeto do saber nos manuais didáticos; II) praxeológica, através da identificação das organizações ecológicas (OEs), III) representativa, através da categorização dos objetos ostensivos e não ostensivos mobilizados no ensino de nicho ecológico e IV) didática, graças à categorização das organizações didáticas (ODs). Dado que todas as análises se dão através de um processo de estabelecimento de categorias, buscamos suporte metodológico na análise de conteúdo temática de Bardin (2011).

O termo análise de conteúdo designa um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obtenção, 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 (variáveis inferidas) destas

mensagens (BARDIN, 2011, p. 47). Este tipo de análise é reforçado por Krippendorff (1980, p. 21) como uma técnica que busca tornar inferências válidas e replicáveis, a partir dos dados existentes em um determinado contexto.

Bardin (2011) ressalta que a análise de conteúdo não é uma técnica inovadora, sendo usada desde as primeiras tentativas da humanidade de interpretar os livros sagrados, sendo sistematizada como método, apenas na década de 20, por Leavell, mas somente em 1977 quando a professora da Universidade de Paris V, Laurence Bardin, publica sua obra: *L'Analyse de contenu*, as diversas formas de se conduzir a análise de conteúdo foram apresentadas em detalhes, configurando orientação ainda hoje utilizadas. Para Bardin (2011) a utilização da análise de conteúdo prevê três fases fundamentais: a) Pré-análise, b) Exploração do material e c) Tratamento dos resultados (inferência e interpretação), como detalhado na **figura 7**.

Figura 7. Etapas do desenvolvimento da análise de conteúdo.



Fonte: Bardin (1977)

Godoy (1995) aponta que a análise de conteúdo é uma técnica metodológica que pode ser aplicada em discursos diversos, seja qual for a natureza do seu suporte. Cabendo ao pesquisador buscar a compreensão das características, estruturas ou modelos subentendidos nos fragmentos das mensagens. Nesse sentido, dado a ausência de trabalhos que se debrucem sobre a compreensão ecológica e praxeológica para o conceito de nicho ecológico, todas as categorias de análise serão criadas a posteriori, ou seja, após a construção empírica dos dados.

5.3. Análise das Organizações Ecológicas (OEs) e didáticas (ODs):

Entendemos por praxeologias ou organizações praxeológicas aquilo que Chevallard (1999) aponta como a forma pela qual determinada ação humana é modelada, representada sobre o seguinte quarteto praxeológico $[T, \tau, \theta, \Theta]$, no qual (T) corresponde ao tipo de tarefa que é apresentado para a manipulação de um determinado objeto do saber, podendo esta tarefa ser matemática, química, física, biológica ou extradisciplinar, como o ato de abrir uma porta ou passar roupa. Desta forma, para a realização de um tipo de tarefa (T) faz-se necessária a implementação de uma técnica específica (τ), mas a técnica só poderá ser utilizada se for compreensível e justificável pelo aprendiz, assim sendo é preciso que tal técnica esteja ancorada em um discurso que a justifique, chamada por Chevallard (1999) de discurso tecnológico ou tecnologia da técnica (θ). Por fim, as próprias tecnologias precisam ser justificáveis e amparadas por uma tecnologia ainda maior, chamada de teoria (Θ) ou tecnologia da tecnologia.

Bittar (2017), descreve o processo para a realização de uma análise praxeológica matemática, mas que pode ser aplicado às diferentes disciplinas que compõem o ensino de ciências. Seguimos a descrição proposta pela autora e após a seleção dos livros didáticos, fizemos a divisão dos materiais a serem analisados em duas partes: Curso e atividades propostas. Segundo Bittar (2017) a parte curso corresponde à explanação das definições, conceitos e propriedades de um determinado objeto do saber, podendo apresentar ainda resultados e exercícios resolvidos que guiarão o aprendiz na busca por pistas durante a realização das atividades propostas. “Nessa parte os autores do livro didático trazem, mesmo que implicitamente, o que consideram que os alunos daquele nível de escolaridade devem aprender” (BITTAR, 2017, p. 372). A análise desta primeira parte permite elaborar os quartetos praxeológicos compostos por: Tipos de tarefa (T), técnica (τ), tecnologia (θ) e teoria (Θ) que serão testados e mesmo modificados ao se analisar as diferentes atividades propostas.

A análise das atividades propostas foi feita com o objetivo de identificar em cada atividade qual tarefa e a(s) técnica(s) correspondentes que se espera ser(em) utilizada(s) pelo aluno. Para tal análise, apoiamo-nos nos quartetos praxeológicos identificados na parte curso.

Para a elaboração dos quartetos praxeológicos ecológicos na parte curso, foi realizada uma leitura minuciosa não apenas dos elementos verbais, mas também das representações pictóricas apresentadas nos manuais didáticos para o objeto do saber *nicho ecológico*, a fim de modelar com maior precisão as OEs. Tivemos o cuidado em esmiuçar o que seria tarefa e técnica e quando determinada tarefa poderia se apresentar enquanto técnica. Vale ressaltar que, como apontado por Bittar (2017), a quantidade de tarefas presentes no livro didático não corresponde necessariamente à quantidade de atividades que o mesmo apresenta, visto que uma atividade pode estar associada a mais de um tipo de tarefa. Sendo assim, identificamos a *práxis* representada pelo bloco *saber fazer*, cujos elementos são a tarefa e a técnica [T, τ].

Após a elaboração da *práxis* passamos à análise do *logos* relacionado ao bloco do *saber*, cujos elementos são a tecnologia e teoria [θ , Θ]. Para a identificação desta díade, um cuidado ainda maior foi tomado, visto que o bloco tecnológico-teórico é bastante sensível às particularidades de cada instituição que o concebe, no nosso caso o curso de licenciatura em ciências biológicas. De acordo com Bittar (2017) o que pode ser aceito como justificativa em dado contexto escolar pode não ser aceito em outro contexto.

Esse mesmo raciocínio de análise se aplica à compreensão das organizações ou praxeologias didáticas que, segundo Chevallard (1999) permitem responder à pergunta: “*Como ensinar determinado conteúdo?*” Para responder tal pergunta, o autor sugere uma análise de dois modos não excludentes, o primeiro é através do quarteto praxeológico didático e o segundo é através dos seis momentos de estudo: I) primeiro contato com a organização envolvida por meio de seus tipos de tarefa (T), II) exploração do tipo de tarefa (T) e elaboração de uma técnica (τ), III) construção, ainda que embrionária, do bloco tecnológico-teórico [θ , Θ], IV) retorno à técnica (τ) para melhorar sua eficiência, podendo-se também trabalhar na tecnologia (θ), V) institucionalização da organização física elaborada, com o reconhecimento dos elementos que compõem definitivamente a organização física e VI) avaliação, em aproximação com o momento de institucionalização, não sendo esta avaliação limitada às pessoas, mas também nas técnicas e nas tecnologias.

Para atender os nossos objetivos de pesquisa, fizemos uso do primeiro método, elaboração de quartetos praxeológicos didáticos. Uma vez bem estabelecidos os quartetos praxeológicos, tanto ecológicos quanto didáticos, passamos à etapa de identificação dos objetos ostensivos e não ostensivos mobilizados no ensino do conceito de nicho ecológico.

5.4. Identificação dos objetos ostensivos e não ostensivos:

Como já visto no capítulo 3 deste trabalho de pesquisa, Chevallard (1999) aponta como objetos ostensivos aqueles que apresentam uma forma material, ou que são sensíveis a algo permanecendo não especificados, como um lápis, um papel, uma régua ou mesmo o uso de gestos, representações pictóricas, escriturais ou o próprio discurso por meio de palavras. Já os objetos não ostensivos estão relacionados ao que é intangível ou abstrato, vivendo no âmbito das ideias, noções, conceitos etc. Estes por sua vez, não podem ser manipulados pelo sujeito sem o auxílio de um objeto ostensivo.

Assim sendo, para identificar os objetos ostensivos e não ostensivos, fizemos uso da grade de análise de referência proposta por Silva et al. (2020), na qual os objetos ostensivos e não ostensivos são posicionados dentro das organizações praxeológicas, neste caso das organizações ecológicas (OEs) identificadas e descritas na etapa anterior. “Esse instrumento de análise vislumbra focalizar o papel dos ostensivos e não ostensivos na articulação entre os blocos do saber-fazer e do saber nas praxeologias institucionais e, por consequência, em uma atividade humana em determinada instituição” (SILVA et al., 2020, p. 6). Apesar desta grade de referência ter sido construída para analisar as possíveis relações praxeológicas entre os objetos ostensivos e não ostensivos no ensino de geometria molecular, objeto do saber da química, esta ferramenta atende às nossas demandas de pesquisa sendo perfeitamente adaptada ao estudo das organizações praxeológicas no campo da ecologia. Abaixo, apresentamos na **figura 8** uma síntese da grade de análise que visa compreender as articulações existentes entre o Bloco do Saber-Fazer (BSF) e o Bloco do Saber (BS).

Figura 8. Grade de análise de referência.

Grade de análise para exame das possíveis relações praxeológicas entre objetos ostensivos e não ostensivos no ensino de geometria molecular					
Bloco do Saber-Fazer (BSF)		Articulação entre BSF-BS		Bloco do Saber (BS)	
Tipo de Tarefa (T)	Técnica (t) ←	Objeto ostensivo ←	Objeto não ostensivo →	Tecnologia (θ) →	Teoria (Θ)
É o motor de toda atividade humana. A tarefa precisa ser problemática. Como ela deve ser apresentada, escrita, etc.?	É o modo utilizado para resolver a tarefa. Como ela entra em funcionamento? Quais objetos ostensivos são ou podem ser manipulados? Quais objetos não ostensivos podem ou não ser evocados?	São exemplos desses objetos aqueles que são sensíveis e manipuláveis: materiais físicos, gestuais, palavras (discursivos), diagramas, desenhos, gráficos, escriturais.	São exemplos desses objetos aqueles que não são sensíveis, mas podem ser evocados: são as noções, ideias, conceitos.	É a justificativa da técnica (propriedades operatórias, definições, conceitos, etc.). É encontrada nos documentos oficiais. Mas como ela aparece neles? Qual a(s) relação(ões) que deve(m) ter com a teoria? Como ela serve às técnicas?	É a tecnologia da tecnologia. Ela justifica e torna compreensível a tecnologia. Em termos práticos, são exemplos de teorias: teoria quântica, teoria atômica, etc.

Fonte: Silva et al. (2020).

Capítulo 6 – Resultados e Discussão

Nosso estudo foi norteado buscando compreender como a ecologia e, em particular, o conceito de nicho ecológico são abordados em três diferentes cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE): Licenciatura e bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais, através da análise de cinco livros de ecologia do ensino superior.

6.1. Análise descritiva das instituições e das barreiras de ensino:

Para a realização do presente estudo, selecionamos três cursos de graduação do Centro de Ciências Biológicas da UFPE: Licenciatura em ciências biológicas (I_1), bacharelado em ciências biológicas (I_2) e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais (I_3). Iniciamos a construção empírica de nosso estudo identificando os documentos oficiais dos respectivos cursos: registro das matrizes curriculares, juntamente com as ementas das disciplinas de ecologia e áreas correlatas a este campo do saber. Para fins de análise, nos concentramos, unicamente, nas ementas curriculares dos cursos de ecologia tidos como obrigatórios para a formação acadêmica, desconsiderando as disciplinas que, apesar de trabalharem ecologia, eram consideradas como facultativas.

Iniciamos a análise das matrizes curriculares, ementas das disciplinas de ecologia e áreas do saber correlatas, focando em como os conceitos de ecologia são apresentados nesses documentos para os três diferentes cursos universitários. O intuito de mapear o hábitat é, principalmente, de responder à pergunta: *Qual o lugar reservado à ecologia nos cursos de graduação em licenciatura em ciências biológicas?* Já a análise de nicho nos permite responder à pergunta: *Com quais outros campos do saber, a ciência ecológica dialoga no processo de formação acadêmica?* Em relação ao hábitat, verificamos que I_1 dispõe, apenas, de duas disciplinas de ecologia (Ecologia 1 e 2), cada uma com carga horária de 60 horas, distribuídas respectivamente nos 5º e 6º períodos da formação inicial para professores de ciências/biologia, enquanto isso as instituições I_2 e I_3 dispõem, respectivamente, de 5 disciplinas (255 horas) e 11 disciplinas (615 horas) relacionadas à ecologia e áreas correlatas. Vale ressaltar que em I_2 a formação em ecologia começa no 4º e vai até o 6º período, enquanto na I_3 a formação começa desde o 1º período seguindo até o 7º. Esse resultado se mostra relevante, visto que os

profissionais que estão mais diretamente ligados com a formação intelectual de pessoas são os professores e, em contrapartida, estes são os que menos estudam ecologia, do ponto de vista da oferta curricular.

Compreendemos que a comparação é feita entre três diferentes cursos de nível superior, nos quais I_1 visa a formação de professores de ciências/biologia para o ensino básico, I_2 forma profissionais a nível do bacharelado em biologia que atuarão na pesquisa científica nos mais diversos campos do saber, enquanto I_3 forma profissionais igualmente habilitados à pesquisa científica, mas com uma ênfase em pesquisas de cunho ecológico e socioambiental, equivalente à formação de bacharelado em ecologia. Os dados de hábitat são apresentados no **quadro 5**.

Quadro 5. Distribuição das disciplinas de ecologia e áreas correlatas nos cursos: Licenciatura em ciências biológicas (I_1), bacharelado em ciências biológicas (I_2) e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais (I_3).

Período	I_1	I_2	I_3
1º	-	-	Introdução às ciências ambientais (30h)
2º	-	-	Análise climática (60h)
3º	-	-	Ecofisiologia vegetal (75h)
4º	-	Ecologia de populações (45h)	Ecologia geral 1 (75h)
5º	Ecologia 1 (60h)	Ecologia de comunidades e ecossistemas (60h)	Ecologia geral 2 (60h)
6º	Ecologia 2 (60h)	Ecologia química (45h)	Ecologia de águas continentais (45h)
			Meio ambiente e sociedade (60h)
		Biologia marinha (45h)	Poluição química ambiental (45h)
			Política e gestão do meio ambiente (60h)
Biologia da Conservação (60h)			
7º	-	-	Ecologia de sistemas marinhos (45h)
8º	-	-	-

Fonte: Elaborada pelo autor.

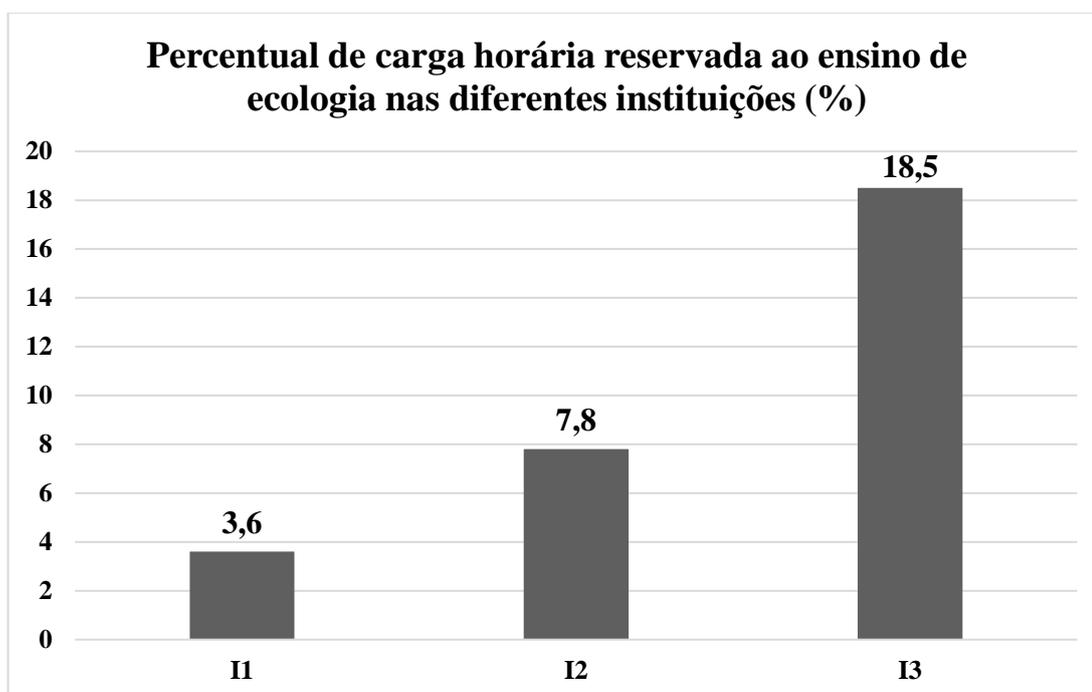
As áreas acinzentadas, na tabela, ressaltam os cursos de ecologia propriamente ditos, as demais disciplinas, apesar de trabalharem conceitos e teorias ecológicas foram consideradas como áreas correlatas. Uma vez construída informações empíricas quanto ao hábitat da ecologia nas matrizes curriculares, passamos à uma análise quantitativa afim de melhor compreendermos qual o percentual da carga horária é reservado ao ensino de ecologia para a formação acadêmica

dos diferentes cursos universitários analisados. Para tal, dividimos a carga horária das disciplinas em ecologia e em áreas correlatas (CHe) pela carga horária total do curso (CHt), correspondente a CHt (I_1) = 3300 horas; CHt (I_2) = 3255 horas e CHt (I_3) = 3330 horas. Os resultados foram obtidos a partir da equação abaixo:

$$\% = \frac{\text{CHe}}{\text{CHt}}$$

Os percentuais foram calculados utilizando-se o software Microsoft Excel 2016, gerando o **gráfico 1**.

Gráfico 1. Distribuição percentual de carga horária reservada ao ensino de ecologia e áreas correlatas nos cursos: Licenciatura em ciências biológicas (I_1), bacharelado em ciências biológicas (I_2) e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais (I_3).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observamos, pelo gráfico, que a carga horária dedicada à ecologia na I_1 representa apenas 3,6% da formação dos futuros professores de ciências/biologia, em contrapartida, os estudantes dos grupos I_2 e I_3 possuem, respectivamente, 7,8% e 18,5%, de sua formação profissional em ecologia, o que corresponde a cerca de 2 e 5 vezes mais de tempo dedicado ao ensino-aprendizagem deste campo do saber quando comparados aos sujeitos de I_1 . Esses dados reforçam três problemáticas apontadas por Cherif (1992) quanto ao processo de ensino-aprendizagem da ecologia.

A segunda problemática está no pouco espaço que é reservado à ecologia na formação dos futuros professores de ciências/biologia dos anos finais do ensino fundamental e ensino médio, especialmente em um estado com graves problemas ecológicos. Consideramos que a resposta à essa questão demanda estudo específico. Assim, desde já, registramos a necessidade de investigação que responda a tal questão, visto que a limitação do programa e, conseqüentemente, dos conteúdos reflete diretamente na formação dos professores, impossibilitando que eles sejam capazes de aprofundar conceitos, teorias e processos ligados à complexidade da ciência ambiental.

Como consequência do baixo investimento na formação em ecologia, os professores em formação inicial tendem a se tornar menos preparados para problematizar e analisar questões ambientais do cotidiano, como os incidentes causados por ataques de tubarão na orla de Boa viagem ou os desmoronamentos de terra causados pelas fortes chuvas em áreas de risco, que colocam em risco a vida e a segurança de muitos cidadãos. Nesse contexto, a formação inicial se limitaria ao aprendizado de terminologias, conceitos e fenômenos básicos, mas que não contemplam as diferentes tendências na ecologia (terceira problemática). Assim como apontado por Cherif (1992) nos currículos de ciências, observamos que a ecologia tende a ser trabalhada nos anos finais da formação docente (sexta problemática). Esse tipo de configuração, não permite ao professor, em formação, de estabelecer uma relação entre os princípios ecológicos com outras áreas como a evolução, a zoologia, a botânica, a microbiologia e a genética. Nesse sentido, o futuro professor apresentará uma formação que, muitas vezes, desconsidera as várias conexões estabelecidas entre a ecologia e os demais ramos da biologia.

Conduzimos análise detalhada, a fim de compreender com quais outros campos do saber a ecologia estabelece relação, bem como entender o papel exercido por este campo do saber na formação inicial de professores. Nossas análises nos mostraram que em *I1* tanto as disciplinas de ecologia 1, quanto de ecologia 2 se limitam aos principais conceitos da ciência ecológica. Em ecologia 1, os conceitos em nível populacional (fatores abióticos e bióticos, história de vida e ajustamento evolutivo, dinâmica de populações e interações ecológicas), enquanto em ecologia 2, os conceitos recomendados são aos níveis de comunidade e ecossistema (atributos das comunidades, biomas e sucessão ecológica, ecossistemas e estrutura trófica, fluxo de matéria e energia em sistemas ecológicos, cadeias e teias alimentares, pirâmides ecológicas, produção primária bruta e líquida, ciclagem de nutrientes, conservação da biodiversidade e educação ambiental). Assim sendo a matriz curricular do curso de a ecologia apresenta uma função *conceitual* na formação dos futuros professores de ciências / biologia. No entanto, vale destacar que, por conta da baixa carga horária para os cursos de ecologia, conceitos e teorias

ecológicos tendem a ser diluídos em outras disciplinas como zoologia, genética, microbiologia, botânica etc. Tal estratégia possibilitaria um maior diálogo entre os diferentes campos do saber.

Apesar da preocupação em trabalhar os diferentes conceitos em ecologia, notamos que a ecologia trabalhada em I_1 não dialoga, por exemplo, com as áreas da arqueologia e da antropologia, como já houvera sido apontado por Cherif (1992). Essa falta de diálogo, impede que o professor de ciências, em formação, enxergue o ensino de ecologia de uma maneira holística, perdendo a noção das diversas interfaces que tocam esta ciência como a ecologia humana, a ecologia social, os aspectos sociológicos e políticos que afetam direta e indiretamente a ecologia etc. No entanto, tal diálogo pode ser observado em I_3 na qual disciplinas como: *Meio ambiente e sociedade, política e gestão do meio ambiente e população e ambiente* compõem a grade curricular dos estudantes com formação em ciências ambientais.

A análise da ementa de ecologia 1, nos permitiu observar que os estudantes são guiados a estabelecer relações entre os conceitos ecológicos a fim de compreender aspectos evolutivos da história de vida do planeta Terra, preocupação já apresentada anteriormente por Cherif (1992) quanto à falta de diálogo entre a ecologia e a evolução. Todavia, vale à pena repensar a configuração da matriz curricular de modo que a mesma sugira diálogo entre as teorias evolutivas e os conceitos e fenômenos vistos nas disciplinas de ecologia 1 e 2.

Uma vez realizadas as análises de hábitat e nicho das diferentes instituições pertencentes à UFPE, passamos à segunda etapa de análise, no qual nos concentramos na leitura minuciosa dos livros de ecologia comumente adotados pelo curso de licenciatura em ciências biológicas. Nesta etapa de seleção, chegamos a um quantitativo de cinco manuais que são frequentemente utilizados e que serão apresentados a seguir.

6.2. Apresentação dos livros didáticos:

A seguir, serão apresentadas breves descrições sobre cada coleção selecionada nesta pesquisa. O objetivo desta apresentação é fazer uma síntese sobre a abordagem didática adotada pelos livros selecionados. Essas abordagens nos darão subsídio, mais à frente, quando analisaremos as praxeologias didáticas adotadas pelos diferentes autores. Nestas descrições, buscamos pontuar os aspectos que consideramos mais relevantes, como a forma de apresentação dos conteúdos de maneira geral, a estruturação dos manuais, assim como as atividades apresentadas ao longo dos capítulos, seja através dos exercícios resolvidos ou propostos.

6.2.1. Apresentação do LD₁:

O livro *A Economia da Natureza* consta na indicação bibliográfica dos cursos de licenciatura em ciências biológicas, bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais. Trata-se de livro da autoria de Robert Eric Ricklefs, com 572 páginas, 6ª edição, 2008, editora Guanabara Koogan, cujas dimensões são 27,4 x 20,8 x 2,6 cm, cujo título original é *The Economy of Nature*. A obra é baseada em três diretrizes: I) uma sólida base em história natural; II) uma apreciação do organismo enquanto unidade fundamental da ecologia e III) a posição central do pensamento evolutivo no estudo da ecologia. Essas três diretrizes permitem, ao estudante universitário, adquirir uma compreensão dos processos e fenômenos ecológicos conectados a uma rede complexa, com contribuições de outros campos de estudo, como a genética, a evolução, os estudos de anatomia comparada etc.

Nesta obra, os autores contextualizam os diversos conceitos e fenômenos com as pesquisas feitas em laboratório e em campo através da seção *Ecólogos em campo*, apresentando a importância da pesquisa de ecólogos trabalhando em diversas problemáticas enfocadas nas observações de campo, experimentação e pesquisa de laboratório. Atrelado às competências científicas, o manual apresenta uma seção conhecida como *Módulos de análise de dados*, fornecidos ao final de cada capítulo, possibilitando, aos estudantes, o desenvolvimento da capacidade em analisar dados ecológicos por eles próprios, bem como participar no processo de manipulações experimentais.

Esta edição pontua, na sua apresentação, três metas para o ensino da ecologia: I) aplicar *insights* da ecologia para compreender o impacto das atividades humanas sobre o ambiente; II) enfatizar mais profundamente os princípios da evolução como uma base da ecologia com repercussões que se estendem até mesmo na mudança da gestão global e III) mostrar como as abordagens modernas ao estudo da ecologia estão revelando as estruturas e as funções ecológicas.

Os autores organizaram a estrutura do manual, de maneira que ele se alinhe à ordem como a ecologia é ensinada na maioria dos cursos de ensino superior, através de uma organização hierárquica que se conforma sequencialmente com crescentes níveis de complexidade ecológica, dos organismos para as populações, comunidades e ecossistemas. Foge ao escopo do presente estudo entender as origens ou o histórico de tal organização, contudo assinalamos que Farias (2020) realizou pesquisa onde associa tal organização do conteúdo à reforma curricular ocorrida nos Estados Unidos nos anos de 50/60, do século passado, os chamados currículos Sputniks.

Quanto às atividades propostas, ao final de cada capítulo, são inclusos de oito a dez questões que permitirão, ao estudante, rever o conteúdo mais relevante apresentado ao longo do capítulo, bem como intensificar, testar e expandir seus conhecimentos sobre o material, avaliando seu progresso de aprendizagem para o capítulo estudado.

6.2.2. Apresentação do LD₂:

O livro *Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas* consta na indicação bibliográfica dos cursos de licenciatura em ciências biológicas, bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais. Trata-se de livro da autoria de Michael Begon, Colin R. Townsend e John L. Harper, com 752 páginas, 4ª edição, 2007, editora Artmed, cujas dimensões são 28,2 x 21,4 x 3 cm, cujo título original é *Ecology From Individuals to Ecosystems*. Nesta obra, a ecologia se caracteriza por ser particularmente confrontada com singularidade: Milhões de espécies diferentes, incontáveis bilhões de indivíduos geneticamente distintos, todos vivendo e interagindo em um mundo variado e sempre mutável. Segundo os autores, o desafio da ecologia é desenvolver o conhecimento sobre problemas muito básicos e evidentes para reconhecer este caráter único e a sua complexidade, mas, ao mesmo tempo, buscar padrões e predições dentro dessa complexidade, em vez de ser submetida a ela.

Uma das características técnicas e pedagógicas apresentadas pela obra é a incorporação de notas em destaque, que acompanham alguns parágrafos, funcionando como guias ao longo do texto. Tais notas permitem, ao leitor, uma leitura em sequência junto com os subtítulos convencionais, visto que estas notas são auto informativas, auxiliando igualmente o estudante na revisão dos conteúdos vistos ao longo do capítulo. Para os autores, estas notas têm uma função pedagógica, na medida em que permitem que o aluno faça uma avaliação contínua de seu entendimento, confrontando sua própria compreensão com a mensagem resumida que o mesmo acabou de ler.

Ao fim de cada capítulo, são apresentados breves resumos dos principais conceitos trabalhados ao longo do capítulo, possibilitando uma recapitulação do que foi estudado e reforçando os tópicos mais essenciais para que o leitor possa estar bem amparado ao entrar na leitura do capítulo seguinte. Apesar da boa distribuição e organização dos conteúdos ao longo de todo o livro texto, não existem atividades propostas ao aluno que favoreçam uma prática da resolução de problemas, levando o mesmo a fazer uso, exclusivamente, do aporte teórico apresentado através dos conceitos e teorias estudados.

6.2.3. Apresentação do LD₃:

O livro *Fundamentos de Ecologia* consta na indicação bibliográfica dos cursos de licenciatura em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais. Trata-se de livro da autoria de Eugene P. Odum e Gary W. Barrett, com 632 páginas, 1ª edição, 2006, editora Cengage Learning, cujas dimensões são 25,8 x 17,8 x 3,2 cm, cujo título original é *Fundamentals of Ecology*. A obra é considerada um ícone entre os livros-texto de biologia para o ensino superior. O aceite das edições anteriores pode ser ilustrado através de uma pesquisa de 2002 do *American Institute of Biological Sciences* (BARRETT e MABRY, 2002) classificando-o como o livro que recrutou o maior número de profissionais para a área do ensino da biologia orgânica e ambiental, ultrapassando mesmo obras clássicas nas ciências biológicas, tais como *Primavera Silenciosa* da Rachel Carson, *O gene egoísta* do Richard Dawkins e *Origem das espécies* de Charles Darwin. A obra se destaca por seu avanço em substância e em estudos experimentais ligados à teoria sofisticada e aos modelos ecológicos.

Na apresentação, os autores destacam que esta edição apresenta uma abordagem equilibrada entre os níveis mais elevados da organização biológica, podendo servir como um texto ecológico básico para a especialização universitária, não apenas em cursos de ecologia, mas de biologia geral, bem como em disciplinas emergentes de biologia da conservação e gerenciamento dos recursos naturais, propiciando uma visão futurista a tópicos importantes como sustentabilidade, solução de problemas ambientais e relacionamento entre mercado e capital natural.

Este manual, assim como o *Ecologia de indivíduos a ecossistemas* (LD₂) apresenta um caráter muito mais enciclopédico, não sendo evidenciada a presença de atividades propostas que conduzam o leitor a um exercício de confronto entre suas ideias e em como utilizar os conceitos trabalhados ao longo do capítulo na resolução de problemas envolvendo a ciência ecológica.

6.2.4. Apresentação do LD₄:

O livro *Fundamentos em Ecologia* consta na indicação bibliográfica dos cursos de licenciatura em ciências biológicas, bacharelado em ciências biológicas. Trata-se de livro da autoria de Ricardo Motta Pinto-Coelho, com 252 páginas, 1ª edição, 2000, editora Artmed, cujas dimensões são 25 x 17,4 x 1,6 cm. A obra está estruturada em três partes: Ecologia de populações, Ecologia de comunidades e Ecologia de processos. Essas partes integram 25

capítulos mais uma introdução que tratam dos aspectos mais relevantes da teoria ecológica moderna. O autor elaborou este manual com o intuito de apresentar os principais temas em ecologia para alunos em nível universitário, sejam eles do curso de graduação em biologia, engenharias, geociências, ciências agrárias ou sociais, de maneira que os conceitos pudessem ser apresentados em uma sequência lógica e de fácil assimilação por parte do leitor.

Ressaltamos ainda que, por se tratar de um autor brasileiro, o livro conta com uma grande variedade de exemplos e trabalhos de pesquisa nacionais afim de contextualizar os conceitos e teorias aqui apresentados, vale destacar ainda a ênfase que é dada para a compreensão dos processos ecológicos em ecossistemas tropicais. Apesar do manual não dispor de atividades de discussão em sua versão impressa, um *site* internet (http://www.rmpceecologia.com/livro/Fundamentos_Ecologia/livro.htm) é disponibilizado ao aluno para que este o consulte regularmente a fim de avaliar seus conhecimentos.

No site, pode-se verificar a existência de uma *oficina de atividades*, nas quais são encontradas atividades propostas para a revisão dos conteúdos trabalhados ao longo de cada capítulo; *planos de estudos* que permitam ao aluno uma orientação naquilo que o autor considera como essencial; *orientação aos docentes*, com o intuito de fornecer suporte específico aos docentes em ecologia, bem como uma seção de *desenvolvimento de projetos* que permitirão a professores e alunos o desenvolvimento de projetos teórico-práticos e o acompanhamento de projetos já existentes com o intuito de enxergar a ecologia do ponto de vista da ação.

6.2.5. Apresentação do LD5:

O livro *Biologia* consta, exclusivamente, na indicação bibliográfica do curso de licenciatura em ciências biológicas. Trata-se de livro da autoria de Jane B. Reece, Steven A. Wasserman, Lisa A. Urry, Michael L. Caim, Peter V. Minorsky e Robert B. Jackson, com 1488 páginas, 10ª edição, 2015, editora Artmed, cujas dimensões são 28,2 x 20,8 x 5,6 cm, cujo título original é *Biology*. A obra aborda os mais diferentes campos das ciências biológicas em um único manual. Devido ao seu elevado grau de aprofundamento, este livro é referência nos cursos de ensino superior de biologia podendo, eventualmente, ser utilizado na formação preparatória de estudantes do ensino médio que buscam prestar os exames de ingresso na universidade. Para os autores, a obra é pautada em dois valores pedagógicos fundamentais: I) os capítulos foram elaborados de maneira a se articular com os conceitos-chave que permitirão, aos alunos, uma melhor organização das informações e II) conduzir os estudantes a experimentar a trajetória da

pesquisa científica através da apresentação de diversos exemplos de estudos conduzidos por biólogos, fornecendo a aqueles uma oportunidade deles mesmos desenvolverem suas pesquisas.

Nos capítulos da edição atual, são apresentados em média de cinco a seis conceitos-chave, em detrimento das edições anteriores que contemplavam entre dez e vinte conceitos, permitindo aos leitores focalizar sua atenção em noções menos numerosas, todavia mais amplas. Tais conceitos tendem a ser apresentados já na introdução de cada capítulo. Ao final de cada conceito, duas a três situações-problema, na seção *Retorno ao conceito*, são apresentadas de modo a reforçar o aprendizado do estudante antes de passar ao próximo conceito chave.

Os autores demonstram uma elevada preocupação em estruturar a obra, de forma a promover situações nas quais os próprios estudantes serão supostamente capazes de realizar os mesmos procedimentos de raciocínio e pensamento como os cientistas, seja em sala de aula, dentro de um ambiente laboratorial ou em um espaço aberto, através das seções *Investigação e Método de pesquisa*. Enquanto a primeira se inicia com uma problemática e é acompanhada do percurso metodológico, dos resultados obtidos e das conclusões que respondem a tal problemática, a segunda apresenta uma aplicação tecnológica, descrevendo as técnicas utilizadas, bem como os resultados e consequências que o uso de tal método podem proporcionar.

Campbell et al. (2007) ressaltam ainda que a leitura de informações sobre a pesquisa em um manual é antes de tudo um exercício passivo, que só deve servir para introduzir os estudantes no universo dos procedimentos científicos, mas que não substituem, de forma alguma, as experiências ativas em laboratório ou ainda as atividades desenvolvidas pelos próprios professores a fim de valorizar as pesquisas adaptadas às necessidades dos alunos. Para os autores, a melhor forma que um livro pode favorecer a pesquisa, pelos alunos, consiste na apresentação clara e precisa dos conceitos biológicos, contextualizando-os nas diversas situações.

Esta edição é composta por oito diferentes partes: 1) *A química da vida*, 2) *A célula*, 3) *A genética*, 4) *Os mecanismos da evolução*, 5) *A diversidade através da evolução*, 6) *Anatomia e fisiologia vegetais*, 7) *Anatomia e fisiologia animais* e 8) *A ecologia*. Segundo os autores, estas oito partes são independentes, o que favorece ainda mais a utilização deste manual em qualquer curso de ciências biológicas, agrárias ou da saúde. Além das seções anteriormente supracitadas, ao fim de cada capítulo são apresentadas duas seções: *Revisão do capítulo*, que faz um apanhado dos principais pontos trabalhados ao longo do capítulo e *Verifique seus conhecimentos*, um box contendo, em média, dez questões objetivas e, em geral três questões

discursivas: 1 relacionando os conceitos do capítulo com a evolução, 1 de integração dos diferentes conceitos trabalhados e 1 relacionada à perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Um glossário contendo as definições dos principais conceitos também pode ser encontrado no final do livro, dando suporte necessário, caso o aluno necessite fazer uma pesquisa rápida com relação a um conceito específico.

Uma vez descrita todas as cinco obras selecionadas, elaboramos uma tabela comparativa a fim de identificar quais similaridades e particularidades estão presentes em cada livro didático. O **quadro 6** apresenta o nome do livro, autor(es), natureza da obra (internacional ou nacional), presença ou ausência de suporte digital e presença ou ausência de exercícios.

Quadro 6. Comparativo entre os livros de ecologia selecionados para análise.

Manual didático	Autores	Natureza da obra	Possui suporte digital	Apresenta exercícios
A Economia da Natureza	Robert Eric Ricklefs	Internacional	Sim	Sim
Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas	Michael Begon, Colin R. Townsend e John L. Harper	Internacional	Sim	Não
Fundamentos de Ecologia	Eugene P. Odum e Gary W. Barrett	Internacional	Não	Não
Fundamentos em ecologia	Ricardo Motta Pinto-Coelho	Nacional	Sim	Sim
Biologia	Neil A. Campbell et al.	Internacional	Sim	Sim

Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

6.3. Análise ecológica:

Uma vez elaborada a tabela comparativa e, reconhecendo globalmente as particularidades e similaridades entre os diferentes manuais didáticos, passamos à análise ecológica dos saberes, proposta por Chaachoua (2014). Para o autor, tal análise é embasada nas noções de *hábitat* e *nicho*. Coincidentemente uma destas noções é analisada em nossa pesquisa enquanto objeto do saber ecológico.

Ao analisarmos o conceito de nicho ecológico, buscamos identificar o lugar de vida (hábitat), bem como o papel e as relações estabelecidas deste objeto com outros objetos do saber (nichos) em uma determinada instituição de referência. A instituição de referência poderia ser

um centro de pesquisa, um curso, uma instituição de ensino superior ou de ensino escolar, o currículo etc.

Neste trabalho, tomamos como instituição de referência o curso de licenciatura em ciências biológicas da UFPE, tomando como objeto de análise institucional, os livros de ecologia sugeridos nas ementas curriculares dos cursos de ecologia 1 e ecologia 2 da referida instituição de referência. Ressaltamos que a escolha pela instituição se deu, tendo em vista que esta é responsável pela formação dos professores de ciências e biologia, nos níveis fundamental II e médio, respectivamente.

Iniciamos pela análise ecológica da instituição que representa o *saber sábio* ou *saber científico*, o saber que, na concepção de Chevallard (1991), é produzido nas instituições universitárias e nos centros de pesquisa. Dado que aqui, o saber tende a ser aprofundado, o livro didático no ensino superior, tende a se fragmentar em manuais didáticos específicos para os diferentes campos de conhecimento (ecologia, biologia celular, evolução, embriologia, histologia, anatomia etc.) possibilitando assim um maior aprofundamento dos mais diferentes objetos do saber (conceitos, teorias, modelos, fenômenos etc.).

6.3.1. Análise ecológica de LD₁: A Economia da Natureza

Na análise da estrutura organizacional global de LD₁, **quadro 7**, observamos que o conceito de nicho ecológico é tratado logo no capítulo introdutório, junto a outros conceitos fundamentais da ecologia.

Quadro 7. Estrutura organizacional global de LD₁.

Partes	Cap.	Assuntos	Seç.	Pág.
-	-	Elementos pré-textuais (capa, apresentação, esquema dos capítulos, sumário)	-	16
-	1	Introdução	9	19
I. A Vida e o Ambiente Físico	2	Adaptações ao Ambiente Físico: Água e nutrientes	6	13
	3	Adaptações ao Ambiente Físico: Luz, Energia e Calor	8	21
	4	Variação no Ambiente: Clima, Água e Solo	7	23
	5	O Conceito de Biomas na Ecologia	8	23
II. Organismos	6	Evolução e Adaptação	5	17
	7	As Histórias de Vida e o Ajustamento Evolutivo	8	24
	8	Sexo e Evolução	7	19
	9	Família, Sociedade e Evolução	8	15

III. Populações	10	A Distribuição e a Estrutura Espacial das Populações	7	22
	11	Crescimento Populacional e Regulação	5	24
	12	Dinâmica Temporal e Espacial das Populações	5	17
	13	Genética Populacional	9	17
IV. Interações de Espécies	14	As Interações entre as Espécies	6	13
	15	A Dinâmica das Interações Consumidor-Recurso	7	23
	16	A Competição	7	16
	17	A Evolução das Interações das Espécies	6	21
V. Comunidades	18	Estrutura das Comunidades	6	21
	19	Sucessão Ecológica e Desenvolvimento da Comunidade	3	17
	20	Biodiversidade	7	25
	21	História, Biogeografia e Biodiversidade	8	21
VI. Ecossistemas	22	Energia nos Ecossistemas	7	16
	23	Caminhos dos Elementos nos Ecossistemas	5	20
	24	A Regeneração de Nutrientes em Ecossistemas Terrestres e Aquáticos	10	21
VII. Aplicações Ecológicas	25	Ecologia da Paisagem	7	15
	26	Biodiversidade, Extinção e Conservação	6	22
	27	Desenvolvimento Econômico e Ecologia Global	5	17
-	-	Glossário	-	12
-	-	Índice Alfabético	-	9
Total			182	559
Cap.: Capítulo, Seç.: Seção, Pág.: Página				

Fonte: Elaborada pelo autor.

Temos a impressão que ao posicionar o conceito de nicho no início da obra, os autores pressupõem que uma compreensão dos conceitos essenciais, por parte dos estudantes, ainda no início do capítulo, permitirá aos mesmos uma melhor abordagem sobre leis, teorias e fenômenos ecológicos mais complexos. Através de ferramentas avançadas de busca digital, buscamos a ocorrência do termo: nicho ecológico ao longo da obra e verificamos sua ocorrência em 22 páginas distribuídas ao longo de todo o manual, o que nos leva a inferir que o conceito de nicho não se limita apenas à sua definição como tal, mas abre possibilidades de compreensão para outros temas, o que nos leva à análise de nicho, na qual pudemos observar que o objeto do saber *nicho ecológico*, neste manual, adota uma função *conceitual* afim de estabelecer as diferenças que este conceito apresenta com o conceito de hábitat, bem como na diferenciação entre os conceitos de nicho percebido e de nicho fundamental. O conceito de nicho ecológico, em LD₁, apresenta ainda uma *função estrutural*, de forma que o mesmo conceito é utilizado para a

compreensão de temas mais complexos como: Diversidade de nichos, sobreposição de nichos entre duas ou mais espécies e o princípio da exclusão competitiva de Gause. A terceira função atribuída ao conceito, pelos autores, é a *aplicativa*, dado que tal conceito possibilita uma compreensão da aplicabilidade do conceito em campos aplicados da ecologia, como por exemplo, na modelagem de nichos ecológicos. Uma vez feita a análise global, passamos à análise da estrutura organizacional regional, **quadro 8**.

Quadro 8. Estrutura organizacional regional de LD₁.

Seções	Título da seção	Subseção	Pág.
1	Os sistemas ecológicos podem ser tão pequenos quanto os organismos ou tão grandes quanto a biosfera	-	2
2	Os ecólogos estudam a natureza de várias perspectivas	-	1
3	As plantas, os animais, os micro-organismos representam diferentes papéis nos sistemas ecológicos	7	4
4	O habitat define o lugar de um organismo na Natureza; O nicho define seu papel funcional.	-	1
5	Sistemas e processos ecológicos têm escalas características de tempo e espaço	3	1
6	Os sistemas ecológicos são governados por princípios físicos e biológicos básicos	4	2
7	Os ecólogos estudam o mundo natural por observação e experimentação	2	2
8	Os humanos são uma parte importante da biosfera	2	2
9	Os impactos humanos no mundo natural têm se tornado crescentemente um foco da Ecologia	-	1
Total		18	19

Fonte: Elaborada pelo autor.

O **quadro 8** mostra que o conceito de nicho ecológico é tratado juntamente com o conceito de hábitat. No manual analisado, os títulos das seções são elaborados a partir de teoremas gerais. Para o nosso recorte de análise, o título se apresentou através de dois teoremas: O primeiro que considera o hábitat enquanto o lugar, ou espaço físico ocupado por determinado organismo e o segundo que diz respeito ao nicho enquanto papel funcional da espécie. Sendo assim, apesar de estreitamente conectados, estes conceitos apresentam suas próprias particularidades, como o fato do hábitat se limitar aos aspectos abióticos do meio, enquanto o nicho leva em consideração tanto os aspectos abióticos, quanto os aspectos bióticos que afetam a espécie. O terceiro nível de análise diz respeito à estrutura organizacional local, **quadro 9**.

Quadro 9. Estrutura organizacional local de LD₁.

Seção	Título da seção	Def.	Exe.	Exp.	Pág.
4	O habitat define o lugar de um organismo na Natureza; O nicho define seu papel funcional.	2	6	1	1
Total		2	6	1	1
Def.: Definições, Exe.: Exemplos, Exp.: Exercícios propostos, Pág.: Páginas					

Fonte: Elaborada pelo autor.

No **quadro 9**, observamos duas definições relativas aos conceitos de hábitat e nicho ecológico. O autor faz uso, igualmente, de sete exemplos utilizados de maneira a contextualizar os conceitos apresentados. Estes exemplos estão diretamente relacionados às definições apresentadas ao longo da seção. Por fim, identificamos uma atividade apresentada pelo autor que contenha o conceito de nicho ecológico e que será mais bem detalhada na apresentação dos quartetos praxeológicos identificados. O **quadro 10** apresenta as definições de hábitat e nicho (coluna à esquerda) com seus respectivos exemplos (coluna à direita).

Quadro 10. Definições e exemplos ligados à seção que trata do objeto do saber *nicho ecológico* em LD₁.

Definições	Exemplos
1. O <i>hábitat</i> de um organismo é o lugar ou locação física, na qual ele vive.	1. Hábitat de floresta.
	2. Hábitat de deserto.
	3. Hábitat de recife de coral.
2. O <i>nicho</i> de um organismo representa o intervalo de condições que ele pode tolerar e as formas de vida que possui.	4. Gafanhoto-rinoceronte peruano (<i>Copiphora rhinoceros</i>) é especializado em mastigar folhas.
	5. Afídeos são especializados em sugar a seiva dos vasos dos caules e das folhas de serralha.
	6. Vespas Ichneumoidea, tais como a espécie de <i>Thalessa</i> de Ohio, depositam seus ovos nas larvas dos besouros cavando fundo na madeira.

Fonte: Elaborada pelo autor.

6.3.2. Análise ecológica de LD₂: Ecologia de indivíduos a ecossistemas

A análise de LD₂, por se tratar de um livro específico para o curso de ecologia no ensino universitário, apresenta um maior detalhamento dos diferentes conceitos trabalhados. O primeiro produto de análise é referente à estrutura organizacional global, **quadro 11**.

Quadro 11. Estrutura organizacional global de LD₂.

Partes	Cap.	Assuntos	Seç.	Pág.
-	-	Elementos pré-textuais (capa, apresentação, esquema dos capítulos, sumário)	-	10
1. Organismos	1	Organismos e seus ambientes: O cenário evolutivo	6	36
	2	Condições	9	28
	3	Recursos	8	31
	4	Natalidade, mortalidade e história de vida	14	42
	5	Competição intra-específica	12	31
	6	Dispersão, dormência e metapopulações	9	23
	7	Aplicações ecológicas nos níveis individual e populacional: restauração, biossegurança e conservação	6	38
2. Interações	8	Competição interespecífica	10	41
	9	A natureza da predação	6	33
	10	A dinâmica de populações da predação	7	29
	11	Decompositores e detritívoros	4	21
	12	Parasitismo e doença	8	34
	13	Simbiose e mutualismo	12	29
	14	Abundância	6	29
15	Aplicações ecológicas no nível das interações entre populações: Controle de pragas e manejo de exploração	4	28	
3. Comunidades e ecossistemas	16	A natureza da comunidade: Padrões no espaço e no tempo	8	32
	17	O fluxo de energia através dos ecossistemas	5	26
	18	O fluxo de matéria através dos ecossistemas	4	25
	19	A influência de interações populacionais na estrutura de comunidades	7	28
	20	Teias alimentares	4	24
	21	Padrões na riqueza em espécies	8	31
	22	Aplicações ecológicas no nível das comunidades e ecossistemas: Manejos com base na teoria da sucessão, teias alimentares, funcionamento dos ecossistemas e biodiversidade	5	26
-	-	Referências Bibliográficas	-	48
-	-	Índice de organismos	-	12
-	-	Índice de assuntos	-	22
Total			162	757
Cap.: Capítulo, Seç.: Seção, Pág.: Página				

Fonte: Elaborada pelo autor.

No quadro apresentamos o objeto do saber *nicho ecológico* no macro hábitat: Capítulo 2, referente às condições. Destacamos ainda que este capítulo integra a parte de *Organismos* que, para os autores, corresponde ao campo da autoecologia. A autoecologia é apontada por

Margalef (1974) como a ecologia das espécies e dos indivíduos, preocupando-se em compreender, especificamente, como os organismos respondem às características do meio externo. Assim sendo, nada mais apropriado que discutir o papel funcional da espécie (nicho) em um capítulo que destaca as condições do meio, corroborando com o pensamento de Ferraro (2017) ao observar que, no ensino superior, o ensino de nicho ecológico está atrelado à “relação dos seres com o meio, voltada aos aspectos relacionados aos gradientes ambientais, variações do meio configuradas como seu hábitat” (p. 48). É a partir deste capítulo que passaremos à estrutura organizacional regional apresentada no **quadro 12**.

Quadro 12. Estrutura organizacional regional de LD₂.

Seções	Título da seção	Subseção	Pág.
1	Introdução	-	1 ^{1/4}
2	Nichos ecológicos	-	1 ^{1/2}
3	Respostas dos indivíduos à temperatura	7	8 ^{1/2}
4	Correlações entre a temperatura e a distribuição de vegetais e animais	4	5 ^{1/2}
5	pH do solo e da água	-	3/4
6	Salinidade	1	2 ^{1/2}
7	Força físicas de ventos, de ondas e de correntes	1	1
8	Poluição ambiental	-	1 ^{1/4}
9	Mudança global	2	4 ^{3/4}
Total		15	28

Fonte: Elaborada pelo autor.

Neste tipo de estrutura, o conceito de nicho ecológico ganha uma seção à parte. É possível que este conceito seja o primeiro a ser trabalhado a fim de permitir, aos estudantes que, uma vez compreendido o conceito de nicho enquanto papel funcional de uma espécie, os mesmos possam evoluir na compreensão sobre a maneira como as espécies reagem às diferentes variáveis ambientais. A análise de nicho nos permitiu observar que em LD₂, o objeto do saber *nicho ecológico* apresenta duas funções: I) *função histórica* que permite ao estudante compreender as mudanças pela qual o conceito sofreu com o desenvolvimento da história da ciência e II) *função estrutural*, devendo ser mobilizado para que o aluno possa se apropriar de conceitos ainda mais específicos que o próprio conceito de nicho ecológico e que serão apresentados na análise da estrutura organizacional local, **quadro 13**.

Quadro 13. Estrutura organizacional local de LD₂.

Seção	Título da seção	Def.	Exe.	Exp.	Pág.
2	Nichos ecológicos	5	4	-	1 ^{1/2}
Total		5	4	-	1^{1/2}
Def.: Definições, Exe.: Exemplos, Exp.: Exercícios propostos, Pág.: Páginas					

Fonte: Elaborada pelo autor.

A análise da estrutura organizacional local nos indica que a seção que discute sobre nichos ecológicos apresenta cinco definições importantes: *Hábitat*, *nicho Eltoniano*, *nicho Hutchinsoniano*, *nicho fundamental* e *nicho efetivo*. Acompanhado destes conceitos, os autores apresentam quatro exemplos, como apresentado no **quadro 14**.

Quadro 14. Definições e exemplos apresentados na seção *Nichos ecológicos* em LD₂.

Definições	Exemplos
1. Onde o organismo vive é o seu <i>hábitat</i> .	1. O hábitat de um organismo intestinal seria o canal alimentar de um animal. 2. O hábitat de um afídeo poderia ser um jardim. 3. O hábitat de um peixe poderia ser um lago inteiro.
2. A palavra <i>nicho</i> começou a ganhar sua conotação científica atual quando Charles <i>Elton</i> escreveu, em 1933, que o nicho de um organismo é o seu modo de vida no sentido que falamos de ocupações ou empregos ou profissões em uma sociedade humana.	-
3. O conceito moderno de <i>nicho</i> foi proposto por Evelyn <i>Hutchinson</i> em 1957 e se refere às maneiras pelas quais a tolerância e a necessidade interagem na definição de condições e recursos necessários a um indivíduo ou uma espécie, a fim de cumprir seu modo de vida.	4. A temperatura, por exemplo, limita o crescimento e a reprodução de todos os organismos, mas organismos distintos toleram faixas diferentes de temperatura.
4. O <i>nicho fundamental</i> descreve as potencialidades totais de uma espécie.	-
5. O <i>nicho efetivo</i> descreve o espectro mais limitado de condições e recursos que permitem permanência da espécie, mesmo na presença de competidores e predadores.	-

Fonte: Elaborada pelo autor.

O quadro acima, apresenta alguns objetos não ostensivos que rodeiam o conceito de nicho ecológico. Vale destacar que, apesar da abordagem histórica dada ao conceito de nicho, a obra não pontua a visão Grinnelliana de nicho enquanto condição espacial da espécie, levando em conta apenas as abordagens Eltoniana e Hutchinsoniana. Vale destacar que o simples fato de não trazer exemplos quanto à abordagem Eltoniana se dá, pelo fato de os autores fazerem uma análise entre o conceito de nicho proposto por Elton (1927) com as profissões de uma sociedade humana.

6.3.3. Análise ecológica de LD₃: Fundamentos de Ecologia

A terceira obra, de Odum e Barrett (2007), ao ser analisada quanto à ecologia dos saberes, demonstrou um hábitat diferente do que pôde ser observado em LD₁ e LD₂. Os autores posicionaram o conceito de nicho ecológico no capítulo 7, referente à ecologia de comunidades, **quadro 15**.

Quadro 15. Estrutura organizacional global de LD₃.

Cap.	Assuntos	Seção	Pág.
-	Elementos pré-textuais (capa, apresentação, esquema dos capítulos, sumário)	-	18
1	O Escopo da Ecologia	7	16
2	O Ecossistema	13	60
3	Energia nos Sistemas Ecológicos	12	63
4	Ciclos Biogeoquímicos	12	37
5	Fatores Limitantes e Regulatórios	8	47
6	Ecologia de População	13	58
7	Ecologia de Comunidades	10	54
8	Desenvolvimento do Ecossistema	5	38
9	Ecologia da Paisagem	9	38
10	Ecologia Regional: Principais Tipos de Ecossistemas e Biomas	4	47
11	Ecologia Global	5	20
12	Raciocínio Estatístico para Estudantes de Ecologia	13	32
-	Glossário	-	28
-	Referências	-	48
-	Índice Remissivo	-	28
Total		111	632

Fonte: Elaborada pelo autor.

Diferente de LD₂ que enxerga o objeto do saber *nicho ecológico* enquanto elemento da autoecologia, Odum e Barrett (2007) preferem agrupá-lo na sinecologia que, de acordo com Fath (2018) seria o ramo da ecologia preocupado em compreender as relações estabelecidas entre o indivíduo e o meio. A segunda análise relativa à estrutura organizacional regional contempla, na mesma seção, os conceitos de hábitat, nicho ecológico e guilda. Apesar de não ser tratado no início da obra como conceito fundamental, em LD₃, o conceito de nicho está rodeado dos principais teoremas que, como ele, estabelecem uma relação direta: Hábitat, guilda, interações ecológicas, coevolução, biodiversidade etc. como apresentada no **quadro 16**.

Quadro 16. Estrutura organizacional regional de LD₃.

Seções	Título da seção	Subseção	Páginas
1	Tipos de Interação entre Duas Espécies	2	3
2	Coevolução	3	2
3	Evolução da Cooperação: Seleção de Grupo	2	2
4	Competição Interespecífica e Coexistência	2	6
5	Interações Positivas/Negativas: Predação, Herbivoria, Parasitismo e Alelopatia	2	8
6	Interações Positivas: Comensalismo, Cooperação e Mutualismo	2	8
7	Conceitos de Hábitat, Nicho Ecológico e Guilda	2	3
8	Biodiversidade	6	12
9	Paleoecologia: Estrutura da Comunidade no Passado	3	3
10	Das Populações e Comunidades aos Ecossistemas e Paisagens	2	6
Total		26	54

Fonte: Elaborada pelo autor.

A última análise trata da estrutura organizacional local. Neste nível de análise, observamos os aspectos funcionais para o conceito de nicho ecológico, o que nos levou a identificar uma *função estrutural*, dado que tal conceito serve como base para a compreensão de conceitos mais elaborados, tais como: Guilda e equivalentes ecológicos, **quadro 17**.

Quadro 17. Estrutura organizacional local de LD₃.

Subseções	Título da subseção	Def.	Exe.	Exp.	Pág.
1	Enunciado	9	-	-	1
2	Explicação e Exemplos	-	7	-	2
Total		9	7	-	3
Def.: Definições, Exe.: Exemplos, Exp.: Exercícios propostos, Pág.: Páginas					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nesse nível de análise, identificamos nove definições presentes na seção intitulada *enunciados*: Hábitat, nicho ecológico, guildas, equivalentes ecológicos, nicho espacial, nicho trófico, nicho multidimensional, nicho fundamental e nicho realizado. Na segunda seção: Explicação e exemplos, os autores contextualizam os conceitos supracitados com sete diferentes exemplos, como apresentado no **quadro 18**.

Quadro 18. Definições e exemplos apresentados na seção *Conceitos de Hábitat, nicho ecológico e guilda* em LD₃.

Definições	Exemplos
1. O <u>hábitat</u> de um organismo é o lugar onde ele vive ou o lugar aonde poderia ir para encontrá-lo.	1. O hábitat do percevejo remador <i>Notonecta</i> e do percevejo remador <i>Corixa</i> é o lugar raso, lotado de vegetação (região litorânea) de lagoas ou lagos.
	2. O hábitat da comunidade de campo com artemísia-da-areia é a série de cordilheiras do solo arenoso que ocorrem ao longo do lado norte dos rios nas Grandes Planícies, no sul dos Estados Unidos.
2. O <u>nicho ecológico</u> inclui não apenas o espaço físico ocupado por um organismo, mas também seu papel funcional na comunidade (sua posição trófica, por exemplo) e sua posição nos gradientes ambientais de temperatura, umidade, pH, solo e outras condições para a existência).	3. <i>Notonecta</i> é um predador ativo, ao passo que <i>Corixa</i> se alimenta principalmente de vegetações em decomposição.
3. Grupos de espécies com papéis e dimensões de nichos comparáveis dentro da comunidade são denominados <u>guildas</u> .	4. Vespas parasitando uma população herbívora, insetos que se alimentam de néctar, caramujos vivendo na serapilheira do solo da floresta e trepadeiras subindo no dossel da floresta tropical.
4. As espécies que ocupam o mesmo nicho em diferentes regiões geográficas (continentes e principais oceanos) são denominadas <u>equivalentes ecológicos</u> .	5. Os grandes cangurus dos campos da Austrália são equivalentes ecológicos dos bisões e antilocapros da América do Norte.
	6. Aves dos campos do Kansas e do Chile são consideradas ecologicamente equivalentes.
5. A ideia de nicho de Grinnell era principalmente em termos de micro-habitat, ou o que é hoje chamado de <u>nicho espacial</u> .	-
6. Em função de Elton ter enfatizado a importância das relações energéticas, sua versão do conceito é denominada de <u>nicho trófico</u> .	-
7. G. E. Hutchinson (1957) sugeriu que o nicho poderia ser visualizado como um espaço multidimensional ou hipervolume	7. O climadiagrama de duas dimensões, que representa os eixos <i>x</i> e <i>y</i> de uma espécie particular de ave e de mosca-das-frutas,

dentro do qual o ambiente permite a um indivíduo ou espécie sobreviver indefinidamente. O nicho de Hutchinson que pode ser designado <u>nicho multidimensional</u> ou nicho hipervolumétrico, pode ser medido e manipulado matematicamente.	poderia ser expandido como uma série de coordenadas (eixos x , y e z) para incluir outras dimensões ambientais.
8. Hutchinson (1965) também distinguiu entre <u>nicho fundamental</u> – o hipervolume abstratamente habitado máximo quando a espécie não é restrita pela competição ou outra interação biótica limitante.	-
9. (...) e <u>nicho realizado</u> – o menor hipervolume ocupado sob restrições bióticas particulares.	-

Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim como em LD₂, Odum e Barrett (2006) trazem uma abordagem histórica para o conceito de nicho ecológico, buscando deixar claro as diferenças existentes entre as abordagens de Grinnell (1917), Elton (1927) e Hutchinson (1957). No entanto, mais uma vez, apenas a abordagem Hutchinsoniana dispõe de exemplos, dado que as outras perspectivas que consideram o nicho ecológico, seja enquanto elemento espacial, seja como posição trófica da espécie são ideias ultrapassadas do ponto de vista científico.

6.3.4. Análise ecológica de LD₄: Fundamentos em Ecologia

A análise ecológica da quarta obra *Fundamentos em Ecologia* de Pinto-Coelho (2000) apontou que o manual é dividido em três partes: Populações, Comunidades e Processos ecológicos. O conceito de nicho ecológico é tratado na seção comunidades. Assim como em LD₃, o autor considera tal conceito enquanto elemento-chave da sinecologia, estudo de comunidades. A estrutura organizacional global ressalta que o conceito recebe um tratamento especial, uma vez que ele é discutido em um capítulo específico, como observado no **quadro 19**.

Quadro 19. Estrutura organizacional global de LD₄

Partes	Cap.	Assuntos	Seç.	Pág.
-	-	Elementos pré-textuais (capa, apresentação, esquema dos capítulos, sumário)	-	14
Introdução			4	7
I. Populações	1	Ecologia das populações – Parte 1	4	9
	2	Ecologia das populações – Parte 2	4	5
	3	Interações entre as espécies	6	12
	4	Metapopulações	5	6
II. Comunidades	5	Comunidades e ecossistemas	9	14
	6	Classificação de comunidades	5	9
	7	Biodiversidade: métodos de mensuração	4	11
	8	Biodiversidade: Padrões biogeográficos	4	5
	9	O nicho ecológico e a estrutura de comunidades	3	8
	10	A influência da competição sobre a estrutura das comunidades	4	10
	11	Efeitos da predação sobre a estrutura das comunidades	8	8
	12	Sucessão ecológica	5	11
III. Processos Ecológicos	13	A energia solar na biosfera	4	7
	14	Ecologia trófica – Parte 1	5	6
	15	Ecologia trófica – Parte 2	5	6
	16	Fotossíntese	8	7
	17	Produção primária – Parte 1	3	7
	18	Produção primária – Parte 2	5	7
	19	Produção primária – Parte 3	4	5
	20	Produção secundária – Parte 1	5	8
	21	Produção secundária – Parte 2	3	11
	22	Ciclos biogeoquímicos – Parte 1	3	5
	23	Ciclos biogeoquímicos – Parte 2	5	7
	24	Ecologia microbiana	9	9
	25	Modelos matemáticos	4	7
-	-	Referências bibliográficas	-	7
-	-	Índice	-	4
-	-	Encarte de figuras	-	4
Total			128	236
Cap.: Capítulo, Seç.: Seção, Pág.: Página				

Fonte: Elaborada pelo autor.

Dado que o conceito de nicho ecológico é trabalhado em um capítulo único, não sentimos necessidade de analisar a estrutura organizacional regional, visto que todo o capítulo seria analisado. Nesse sentido, passamos para a análise da estrutura organizacional local que apontou a existência de três seções na discussão do conceito: Uma breve introdução na qual são

discutidos aspectos mais gerais do conceito de nicho ecológico, em seguida o autor discute sobre as dimensões e limites ligados ao nicho ecológico e como tais dimensões contribuem na distribuição e seleção de espécies para uma determinada comunidade e, por fim, conclui com uma abordagem comparativa entre as dimensões morfológicas das espécies e a relação entre tal fenômeno e a seleção de nicho pelas mesmas. Ressaltamos aqui que essa abordagem não foi encontrada em detalhamento como em LD₄, conforme pode ser visto no **quadro 20**.

Quadro 20. Estrutura organizacional local de LD₄.

Seção	Título da seção	Def.	Exe.	Exp.	Pág.
1	Introdução	-	-	-	1
2	Dimensões e limites do nicho ecológico	3	-	5	5
3	Comparações alométricas e a caracterização do nicho	1	3	2	2
Total		4	3	7	8
Def.: Definições, Exe.: Exemplos, Exp.: Exercícios propostos, Pág.: Páginas					

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir da análise da estrutura organizacional local, em LD₄, pudemos identificar a abordagem de quatro conceitos: a) Ótimo de atividade, b) Largura ou amplitude de nicho, c) Sobreposição de nichos e d) nicho morfométrico. Os exercícios propostos são encontrados no site do livro e serão mais bem discutidos na apresentação dos resultados referentes às organizações ecológicas (OEs) em LD₄. No **quadro 21** são apresentados os conceitos com suas respectivas definições e exemplos.

Quadro 21. Definições e exemplos apresentados no capítulo 9: O nicho ecológico e a estrutura das comunidades.

Definições	Exemplos
1. <u>Ótimo de atividade</u> é a região do recurso onde a espécie exibe as suas maiores taxas de atividade.	-
2. <u>Largura ou amplitude de nicho</u> refere-se à faixa do recurso onde a espécie pode ser encontrada e onde é capaz de explorá-lo de modo sustentável.	-
3. A <u>sobreposição de nichos</u> é definida como sendo a área de interseção de dois nichos, ou seja, a parte do recurso que é explorada efetivamente pelas duas espécies em questão.	-

4. O <i>nicho morfométrico</i> diz respeito ao enfoque dado à anatomia de um organismo como reflexo de seu nicho.	1. Fenton (1972) estudou duas variáveis morfológicas em morcegos em duas comunidades biológicas diferentes, uma em Ontário (Canadá) e outra na África Tropical (Camarões).
	2. Ricklefs e Travis (1980) utilizaram medidas morfológicas para medir as relações de nicho em várias comunidades de passares, levando em consideração duas variáveis: (V1) que corresponde ao logaritmo do comprimento do tarso e (V2) comprimento da asa.
	3. Scriber (1973) analisou a especialização planta-animal em borboletas <i>Papilionidae</i> em diversos pontos do planeta, determinando como <i>generalistas</i> as espécies cujas larvas alimentavam-se de plantas pertencentes a mais de uma família e <i>especialistas</i> caso as larvas se restringissem a uma só família de plantas.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além do aprofundamento dado ao conceito de nicho ecológico no capítulo 9, uma definição para o próprio conceito é apresentada na introdução da obra, na qual Pinto-Coelho (2000) considera nicho ecológico enquanto a “unidade mais íntima da distribuição de uma espécie” (p. 16). O autor dá continuidade à uma discussão mais aprofundada na qual o conceito de nicho ecológico pode ser enxergado sob as perspectivas: Espacial (Grinnel, 1917), trófico (Elton, 1927) e hipervolumétrico (Hutchinson, 1957). O conceito de nicho será retomado pelo autor em capítulos posteriores que discutem os modelos neutralistas e a hipótese nula (capítulo 10), o papel do nicho na interação ecológica do tipo Predação (capítulo 11), no aumento da complexidade estrutural em uma sucessão ecológica (Capítulo 12) e a aspectos relativos à dinâmica da ecologia trófica (Capítulo 14). Nesse sentido, compreendemos que o conceito apresenta não apenas uma função *conceitual* no capítulo introdutório da obra, mas também uma função *estrutural* que possibilita uma compreensão de processos ecológicos mais complexos e uma função *histórica* por dialogar com diversos autores sobre a evolução histórica sofrida pelo conceito ao longo do tempo.

6.3.5. Análise ecológica de LD5: *Biologia*

A quinta e última obra analisada foi o livro *Biologia* de Reece et al. (2015). Esta obra, pelo fato de representar um compilado dos mais diferentes campos de estudo da biologia, tende

a ser bastante indicado nas ementas dos cursos de licenciatura em ciências biológicas, mas pode, igualmente, ser utilizado na educação básica em nível médio, a fim de preparar os estudantes para os exames de ingresso às universidades. Os assuntos presentes no livro didático que representam a estrutura organizacional global são apresentados no **quadro 22**.

Quadro 22. Estrutura organizacional global de LD₅.

Unidades	Cap.	Assuntos	Seç.	Pág.
-	-	Elementos pré-textuais (capa, apresentação, esquema dos capítulos, sumário)	-	45
-	1	Evolução, os Temas da Biologia e a Pesquisa Científica	4	26
1. A Química da Vida	2	O Contexto Químico da Vida	4	17
	3	Água e Vida	3	12
	4	O Carbono e a Diversidade Molecular da Vida	3	10
	5	Estrutura e Função de Grandes Moléculas Biológicas	6	26
2. A Célula	6	Uma Viagem pela Célula	7	32
	7	Estrutura e Função da Membrana	5	17
	8	Introdução ao Metabolismo	5	21
	9	Respiração Celular e Fermentação	6	23
	10	Fotossíntese	4	25
	11	Comunicação Celular	5	22
3. Genética	12	O Ciclo Celular	3	19
	13	Meiose e Ciclos de Vida Sexuada	4	16
	14	Mendel e a Ideia de Gene	4	25
	15	A Base Cromossômica da Herança	5	20
	16	A Base Molecular da Hereditariedade	3	21
	17	Expressão Gênica: Do Gene à Proteína	5	27
	18	Regulação da Expressão Gênica	5	32
	19	Vírus	3	16
4. Mecanismos da Evolução	20	Ferramentas do DNA e Biotecnologia	4	28
	21	Genomas e Sua Evolução	6	25
	22	Descendência com Modificação: Uma Visão Darwiniana da Vida	3	19
	23	A Evolução das Populações	4	20
5. A História Evolutiva da Diversidade Biológica	24	A Origem das Espécies	4	19
	25	A História da Vida na Terra	6	27
	26	Filogenia e a Árvore da Vida	6	21
	27	Bacteria e Archaea	6	10
	28	Protistas	6	25
	29	Diversidade Vegetal I: Como as Plantas Colonizaram o Ambiente Terrestre?	3	18
30	Diversidade Vegetal II: A Evolução das Plantas com Sementes	4	18	

	31	Fungos	5	19
	32	Um Panorama da Diversidade Animal	4	13
	33	Uma Introdução aos Invertebrados	5	32
	34	A Origem e a Evolução dos Vertebrados	7	39
6. Forma e Função das Plantas	35	Estrutura, Crescimento e Desenvolvimento	5	27
	36	Obtenção e Transporte de Recursos em Plantas Vasculares	6	21
	37	Solo e Nutrição Vegetal	3	16
	38	Reprodução de Angiospermas e Biotecnologia	3	21
	39	Respostas das Plantas a Sinais Internos e Externos	5	30
7. Forma e Função dos Animais	40	Princípios Básicos da Forma e da Função dos Animais	4	26
	41	Nutrição Animal	5	23
	42	Circulação e Trocas Gasosas	7	31
	43	Sistema Imune	4	25
	44	Osmorregulação e Excreção	5	22
	45	Hormônios e o Sistema Endócrino	3	20
	46	Reprodução Animal	5	24
	47	Desenvolvimento Animal	3	24
	48	Neurônios, Sinapses e Sinalização	4	18
	49	Sistema Nervoso	5	22
	50	Mecanismos Sensoriais e Motores	6	32
8. Ecologia	51	Comportamento Animal	4	24
	52	Introdução à Ecologia e à Biosfera	4	26
	53	Ecologia de Populações	6	24
	54	Ecologia de Comunidades	5	24
	55	Ecossistemas e Ecologia da Restauração	5	22
	56	Biologia da Conservação e Mudança Global	5	26
-	-	Apêndice A – Respostas	-	49
-	-	Apêndice B – Tabela Periódica dos Elementos	-	1
-	-	Apêndice C – O Sistema Métrico	-	1
-	-	Apêndice D – Comparação do Microscópio Óptico com o Microscópio Eletrônico	-	1
-	-	Apêndice E – Classificação da Vida	-	2
-	-	Apêndice F – Revisão de Habilidades Científicas	-	3
-	-	Créditos	-	10
-	-	Glossário	-	38
-	-	Índice	-	58
Total			259	1488
Cap.: Capítulo, Seç.: Seção, Pág.: Página				

Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme pode ser percebido no quadro 22, o conceito de nicho ecológico tem como hábitat o capítulo 54, ligado à ecologia de comunidades, igualmente ao que foi observada nas obras LD₂ e LD₃, que consideram o objeto do saber em questão como elemento essencial da sinecologia. Em LD₅, o capítulo 54 dispõe de 5 seções que serão mais bem detalhadas no **quadro 23**.

Quadro 23. Estrutura organizacional regional de LD₅.

Seções	Título da seção	Subseção	Páginas
1	As interações das comunidades são classificadas conforme elas ajudam, prejudicam ou não exercem efeitos sobre as espécies envolvidas.	11	8
2	A diversidade e a estrutura trófica caracterizam as comunidades biológicas	7	6
3	O distúrbio influencia a diversidade e a composição das espécies	3	4
4	Fatores biogeográficos afetam a diversidade das comunidades	3	3
5	Patógenos alteram local e globalmente a estrutura das comunidades	2	4
Total		26	25

Fonte: Elaborada pelo autor.

O **quadro 23** descreve a estrutura organizacional regional para o capítulo sobre ecologia de comunidades. Na obra, as seções são intituladas como teoremas. Aqui, nos debruçamos na análise da primeira seção intitulada: *As interações das comunidades são classificadas conforme elas ajudam, prejudicam ou não exercem efeitos sobre as espécies envolvidas*. Esse teorema elucidada que todas as espécies estabelecem uma relação direta ou indireta com as demais. Ao longo da seção, o conceito de nicho ecológico vai sendo trabalhado em 11 diferentes seções, conforme apresentado no **quadro 24**.

Quadro 24. Estrutura organizacional local de LD₅.

Subseções	Título da seção	Def.	Exe.	Exp.	Pág.
1	Competição	1	3	1	1/8
2	Exclusão competitiva	1	1	2	1/4
3	Nichos ecológicos e seleção natural	4	5	1	1 ^{1/4}
4	Deslocamento de caráter	1	1	2	1/2
5	Predação	5	13	1	2
6	Herbivoria	1	9	-	½
7	Simbiose	1	0	-	1/10
8	Parasitismo	5	7	1	¼

9	Mutualismo	3	6	-	1/2
10	Comensalismo	1	3	-	1/2
11	Facilitação	1	1	-	2/3
Total		24	49	8	8
Def.: Definições, Exe.: Exemplos, Exp.: Exercícios propostos, Pág.: Páginas					

Fonte: Elaborada pelo autor.

A última análise referente à estrutura organizacional local inclui o conceito de nicho ecológico juntamente com o de seleção natural. O conceito estabelece uma relação direta com o conceito de competição e com o princípio da exclusão competitiva. Na seção que discute o conceito de nicho ecológico são encontradas quatro definições: Nicho ecológico, partição de recursos, nicho fundamental e nicho realizado. Os autores apresentam ainda cinco exemplos, conforme apresentado no **quadro 25**.

Quadro 25. Definições e exemplos apresentados na seção *Nichos ecológicos e seleção natural* em LD₅.

Definições	Exemplos
1. O <u>nicho ecológico</u> de uma espécie é a soma dos recursos bióticos e abióticos utilizados por ela no seu ambiente.	1. O nicho de uma lagartixa tropical arborícola, por exemplo, abrange a amplitude térmica que ela tolera, o tamanho dos galhos nos quais ela se agarra, o período do dia em que está ativo, além dos tamanhos e dos tipos de insetos que ela come.
2. A diferenciação de nichos que permite a coexistência de espécies semelhantes em uma comunidade é denominada <u>partição de recursos</u> .	2. Partição de recursos entre lagartixas da República Dominicana. 3. O camundongo-espinhoso-comum (<i>Acomys cahirinus</i>) e o camundongo-espinhoso-dourado (<i>A. russatus</i>) vivem em habitats rochosos do Oriente Médio e África, compartilhando micro habitats semelhantes e fontes alimentares. Onde eles coexistem, <i>A. cahirinus</i> é noturno (ativo à noite) e <i>A. russatus</i> é diurno (ativo durante o dia).
3. (...) o <u>nicho fundamental</u> de uma espécie, que é o nicho potencialmente ocupado por ela, muitas vezes é diferente de seu (4.) <u>nicho realizado</u> , a porção do nicho fundamental que ela (espécie) realmente ocupa.	4. O experimento de Connell (1961) que mostra que a competição entre duas espécies de cracas privou uma delas de ocupar parte do seu nicho fundamental. 5. (...) uma pesquisa em laboratório mostrou que <i>A. russatus</i> é naturalmente noturno. Para ser ativo durante o dia, ele precisa desconsiderar o seu relógio biológico na presença de <i>A. cahirinus</i> . Quando pesquisadores, em Israel, removeram todos os indivíduos de <i>A. cahirinus</i> de um local no habitat natural da espécie, os indivíduos de <i>A. russatus</i> naquele local se tornaram noturnos, coerente com os resultados de laboratório.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em LDs, a análise de nicho se mostrou bastante interessante, visto que através da ferramenta de busca digital, o conceito de nicho ecológico pôde ser observado em 21 páginas ao longo da obra. O que explica o alto grau de relação estabelecido entre o conceito de nicho ecológico e os demais conceitos e processos biológicos. A leitura aprofundada dos capítulos que contemplam o conceito de nicho aponta que tal conceito pode ser utilizado para explicar:

a) O conceito ecológico de espécie: Segundo Reece et al. (2015) o conceito ecológico de espécie caracteriza uma espécie em termos do nicho ecológico, o somatório da interação dos membros da espécie com as partes vivas e não vivas do ambiente. Os autores exemplificam tal conceituação, pontuando que duas espécies de carvalho podem diferir em tamanho e na capacidade de tolerar condições de seca e, mesmo assim, ocasionalmente cruzar. Por ocuparem nichos ecológicos diferentes, tais carvalhos podem ser considerados como espécies separadas, mesmo se estas são conectadas por algum fluxo gênico.

b) Radiações adaptativas: As radiações adaptativas são tratadas por Reece et al. (2015) como períodos de mudança evolutiva nos quais os grupos de organismos formam várias espécies novas cujas adaptações lhes permitem preencher papéis ecológicos ou nichos nas suas comunidades. Para os autores, as radiações adaptativas em grande escala ocorreram depois de cada uma das cinco extinções em massa, quando os sobreviventes se adaptaram a vários nichos ecológicos vazios. Assim sendo, a ideia de nichos vazios é introduzida a fim de explicar os processos de radiação adaptativa que, por consequência, levarão a processos de especiação, como por exemplo, “o registro fóssil do início do Cenozoico documenta o surgimento de grandes mamíferos herbívoros e predadores, à medida que os mamíferos começaram a explorar os nichos ecológicos vagos” (REECE et al., 2015, p. 673).

c) Diversificação das espécies vegetais: O conceito de nicho ecológico é utilizado ainda para explicar como a seleção natural contribuiu na diversificação das espécies vegetais afim de absorver uma maior quantidade de luz solar. Para Reece et al. (2015) a seleção natural produziu uma diversidade de arquiteturas de partes aéreas vegetais, ajustando a capacidade de absorver luz no nicho ecológico que cada espécie ocupa.

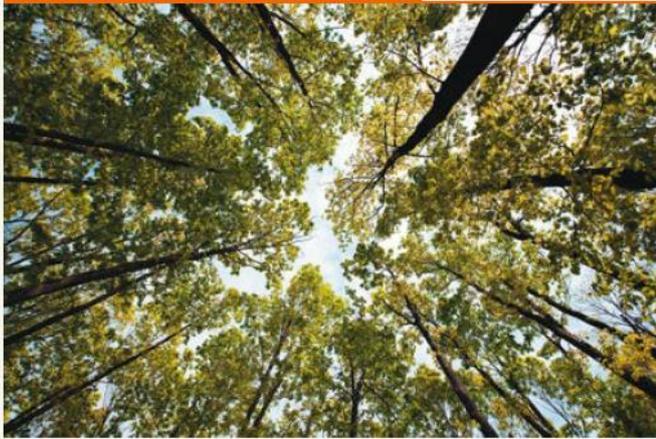
Nesse contexto, compreendemos que o conceito de nicho ecológico apresenta três funções: I) *função estrutural* por permitir a compreensão de conceitos, processos e princípios biológicos mais complexos; II) *função conceitual*, a fim de estabelecer as principais diferenças entre o conceito de nicho e o conceito de hábitat e III) *função interpretativa*, buscando explicar

e interpretar diferentes situações-problema a partir do conceito de nicho ecológico. Esta última é observada através de uma situação problema extraída do LD5, **figura 9**.

Figura 9. Situação problema relacionando a seleção natural à diversificação das espécies vegetais.

12. **ESCREVA SOBRE UM TEMA: ORGANIZAÇÃO**
 A seleção natural levou a mudanças na arquitetura das plantas, permitindo que elas realizem a fotossíntese de maneira mais eficiente nos nichos ecológicos que ocupam. Em um ensaio sucinto (100-150 palavras), explique como a arquitetura da parte aérea aumenta a fotossíntese.

SINTETIZE SEU CONHECIMENTO



Fonte: Reece et al. (2015, p. 798).

Na figura acima, os autores fazem uso dos objetos ostensivos escritural e gráfico. No enunciado, faz-se um convite para o estabelecimento da relação entre *nicho ecológico*, *seleção natural* e a capacidade de adaptação da arquitetura das plantas para a realização de fotossíntese. Na imagem, a visão das copas das árvores que apresentam folhas, unicamente na porção superior, denota que o aluno deve ser capaz de associar a disponibilidade de luz solar, com a capacidade das plantas em se adaptar morfofisiologicamente, buscando uma maximização da fotossintética e, conseqüentemente, da eficácia energética.

6.4. Análise das Organizações Ecológicas (OEs):

A análise das organizações ecológicas presentes nos manuais didáticos para o conceito de nicho ecológico nos permitiu identificar 10 tipos de atividades em 3 dos 5 manuais didáticos analisados, dado que as coleções LD₂ e LD₃ não dispunham de atividades propostas ao final dos capítulos. Nos parágrafos a seguir, detalharemos os quartetos praxeológicos identificados durante a análise dos livros didáticos de ecologia para o ensino superior relativos ao conceito

de nicho ecológico, que podem ser visualizados na tabela síntese presente no **Anexo A** desta pesquisa.

O primeiro tipo de tarefa (T_1) identificado foi: *Diferenciar os conceitos de hábitat e nicho*. A seguir, discutiremos uma questão discursiva encontrada na coleção LD₁ e que ilustra este tipo de atividade.

4. Compare e confronte o hábitat de um organismo com seu nicho.

(RICKLEFS, 2008, p. 18)

As técnicas que podem ser utilizadas pelo aluno serão: (τ_1) conceituar hábitat; (τ_2) conceituar nicho ecológico e (τ_3) identificar e diferenciar as particularidades relacionadas a ambos os conceitos. Tais particularidades são apresentadas nas definições e contextualizadas através de exemplos, como observado na análise da estrutura organizacional local de LD₁. Para tal, o aluno precisa saber que o hábitat de um organismo é o lugar, ou localização física na qual ele vive (θ_1). “Os habitats são distinguidos por notáveis características físicas, frequentemente incluindo a forma predominante de vida vegetal ou, às vezes, vida animal” (RICKLEFS, 2008, p. 9). O autor representa este conceito a partir de um quadro contendo quatro fotografias de diferentes habitats terrestres, conforme **figura 10**.

Figura 10. Fotografias representando diferentes habitats na obra LD₁.

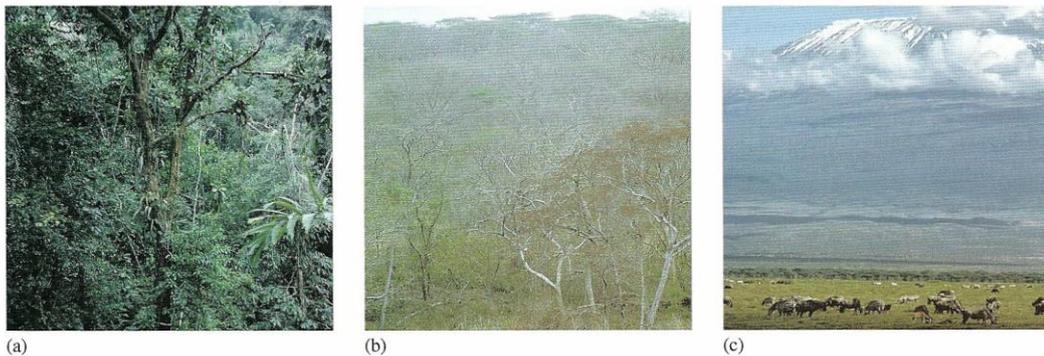
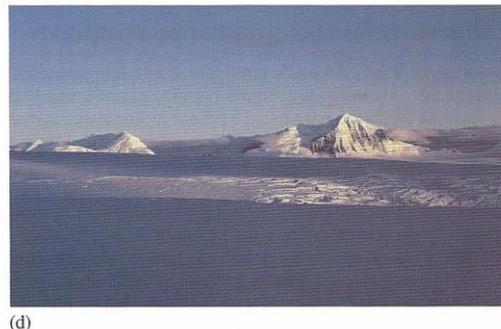


FIG. 1.9 Os habitats terrestres são distinguidos por sua vegetação dominante. (a) Nas florestas tropicais úmidas, temperaturas quentes e chuvas abundantes mantêm os mais altos níveis de produtividade e biodiversidade na Terra. (b) Em habitats de florestas sazonais tropicais, as árvores perdem suas folhas durante a pronunciada estação seca para escapar do estresse da água. (c) As savanas tropicais, que se desenvolvem onde a chuva é esparsa, todavia sustentam vastos rebanhos de herbívoros pastadores durante a produtiva estação chuvosa. (d) As temperaturas gélidas na capa de gelo da Antártida impedem qualquer vida exceto bactérias ocasionais em fendas de rochas expostas ao calor do Sol. Fotografias de R. E. Ricklefs.



Fonte: Ricklefs (2008, p. 9).

A descrição das fotografias se concentra em aspectos físicos ligados a cada ambiente. O aprendiz pode ainda fazer referência aos aspectos físicos ligados à cada paisagem, como por exemplo, atribuir à figura **1.9a** um clima mais úmido, enquanto à fotografia **1.9b** um clima mais seco. A segunda tecnologia (θ_2), que auxiliará o aluno na diferenciação dos conceitos de hábitat e nicho é a de que “o nicho de um organismo representa o intervalo de condições que ele pode tolerar e as formas de vida que possui – isto é, seu papel no sistema ecológico” (RICKLEFS, 2008, p. 10). Este conceito é representado, pelo autor, na **figura 11**.

Figura 11. Fotografias representando espécies com diferentes nichos na obra LD₁.



FIG. 1.10 Cada espécie tem um nicho distinto. (a) Este gafanhoto-rinoceronte peruano [*Copiphora rhinoceros*] é especializado em mastigar folhas. (b) Estes afídeos são especializados em sugar seiva dos vasos dos caules e das folhas de serralha. (c) Vespas Ichneumonidea, tais como esta espécie de *Thalessa* de Ohio, depositam seus ovos nas larvas dos besouros cavando fundo na madeira. Fotografia (a) de Nature's Images/Photo Researchers; fotografia (b) de Scott Camazine/Photo Researchers; fotografia (c) de Gary Maszaros/Visuals Unlimited.

Fonte: Ricklefs (2008, p. 10).

Os três exemplos tratados na **figura 11**, juntamente com suas respectivas descrições, conduzem o aluno a associar o conceito de nicho ao seu papel no ecossistema, nesse caso, o tipo de alimentação. Assim sendo, a teoria (Θ) na qual esta tecnologia se baseia é a proposta por Elton (1927) que enxerga o nicho como o “lugar do animal” em sua comunidade, suas relações com alimentos e inimigos e, eventualmente, com o meio que ele vive. Esse tipo de abordagem, desconsidera os efeitos que o ambiente pode causar na distribuição da espécie, como por exemplo, através da limitação da distribuição da espécie quando considerados os intervalos ambientais que regulam a fisiologia e ecologia da mesma.

O segundo tipo de tarefa (T_2) identificado foi: “*Conceituar o princípio da exclusão competitiva de Gause*”. A coleção LD₅ propõe uma questão objetiva sobre a definição do princípio da exclusão competitiva de Gause (Θ) como é mostrado a seguir:

2. Segundo o princípio da exclusão competitiva:

- a) *Duas espécies não podem coabitar no mesmo hábitat.*
- b) *A extinção e a emigração são os únicos resultados possíveis da competição.*
- c) *A competição intraespecífica faz com que os indivíduos mais adaptados prosperem.*
- d) *Duas espécies não podem dividir o mesmo nicho real em uma comunidade.*
- e) *As espécies que estão em competição conhecem, geralmente, uma coevolução.*

(REECE et al., 2007, p. 1280).

Os autores esperam que o aluno assinale a opção “d” (Duas espécies não podem dividir o mesmo nicho real em uma comunidade). Para chegar a esta conclusão, o aluno deverá fazer uso daquilo que Chevallard (1999) aponta como técnica autotecnológica, na qual a técnica se explica por si só, sendo, portanto, comum aos sujeitos que pertencem à determinada instituição. Nesse sentido, os alunos devem compreender que espécies que frequentam o mesmo hábitat não podem compartilhar o mesmo nicho ecológico (θ_1). Esta tecnologia está diretamente relacionada ao princípio da exclusão competitiva (Θ) proposta por Gause (1934). Ressaltamos que este tipo de tarefa é, ainda mais complexo que a primeira, visto que aqui o aluno não deve apenas se apropriar dos conceitos de nicho ecológico e de hábitat, mas igualmente, prever o comportamento de diferentes espécies que apresentam o mesmo nicho em determinado hábitat e que, por consequência, componham a mesma comunidade biológica, o que nos leva à descrição do próximo tipo de tarefa.

O terceiro tipo de tarefa (T_3) identificado foi: “*Analisar situações envolvendo a sobreposição de nichos ecológicos*”. Ainda na coleção LD₅ observamos a seguinte questão:

2. Segundo o princípio da exclusão competitiva, qual é o resultado previsto quando duas espécies se encontram em competição pelo mesmo recurso? Por quê?

(REECE et al., 2007, p. 1263).

Nesse tipo de tarefa, a técnica (τ) utilizada pelo aluno será a de imaginar duas espécies que partilham o mesmo recurso em um determinado hábitat. Para isso faz-se necessário que o aluno compreenda a mesma tecnologia (θ_1) utilizada no exemplo anterior (Espécies que frequentam o mesmo hábitat não podem compartilhar o mesmo nicho ecológico). Assim sendo, pelo princípio da exclusão competitiva (Θ) a interação do tipo competição interespecífica acarretaria a eliminação de uma espécie, mantendo a mais resistente (seleção natural).

O quarto tipo de atividade identificada (T_4) é exclusivo dos manuais didáticos de ecologia do ensino superior e refere-se a: “*Diferenciar os conceitos de nicho fundamental e nicho percebido*”. Para resolver este tipo de tarefa, assim como na T_1 , o aluno precisará se apropriar das características ligadas aos dois conceitos. Ricklefs (2008) considera que “o intervalo de condições físicas dentro do qual as espécies podem persistir é denominado de *nicho fundamental* das espécies. Neste intervalo de condições, os predadores, patógenos e competidores podem limitar a distribuição de uma espécie para o *nicho percebido* menor” (p.

177). Cada definição pode ser compreendida como uma tecnologia diferente, neste caso (θ_1) e (θ_2). Estes conceitos são representados pelo autor no livro texto, conforme **figura 12**.

Figura 12. Sequência esquemática representando os conceitos de nicho fundamental e nicho percebido em LD₁.

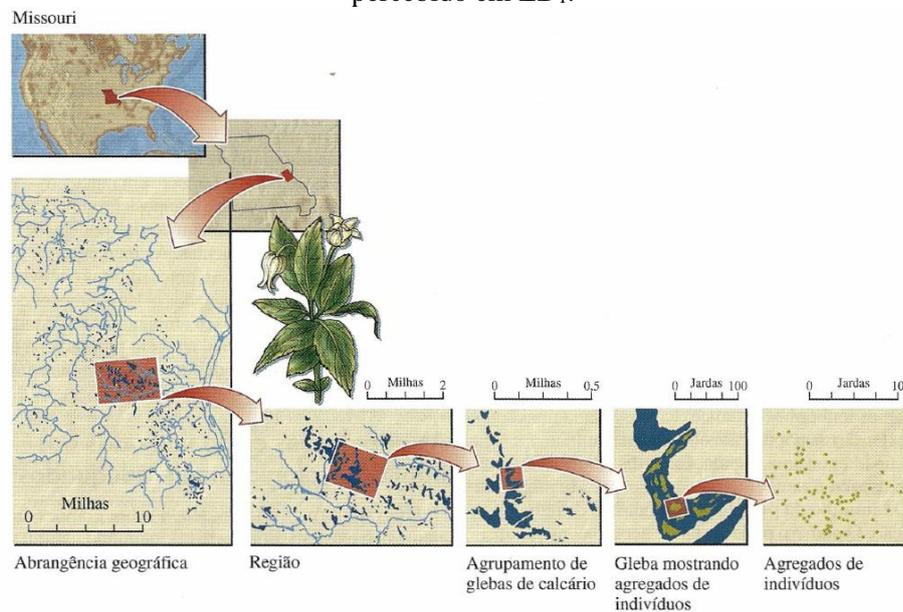


FIG. 10.3 Na abrangência geográfica de uma população, somente os *habitats* adequados estão ocupados. Diferentes escalas de mapeamento revelam uma hierarquia de padrões na distribuição de *Clematis fremontii* var. *riehlii* no leste central do Missouri. Segundo R. O. Erickson, *Ann. Mo. Bot. Gard.* 32:416–460 (1945).

Fonte: Ricklefs (2008, p. 178).

A figura acima é acompanhada de uma explicação sobre o potencial de distribuição da espécie de arbusto perene *Clematis fremontii*, espécie típica do Missouri, EUA. Apesar desta espécie ser bem adaptada aos solos secos e rochosos, comumente encontrados no meio oeste dos Estados Unidos (nicho fundamental). A presença de uma espécie competidora *Clematis riehlII* (nicho percebido) impede a espécie de *C. fremontii* dado que ambas exploram o mesmo recurso (tipo de solo) e que por isso, a competição impede que *C. fremontii* apresente uma distribuição geográfica maior que sua distribuição real. As tecnologias θ_1 e θ_2 são pautadas na concepção de nicho hipervolumétrico (Θ) proposta por Hutchinson (1957).

O quinto tipo de tarefa (T₅) identificado está relacionado a: “*Estabelecer relações entre o conceito de nicho com o conceito de liberação ecológica*”. Este tipo de tarefa pode ser observado através de duas questões presentes na obra LD₁:

6. Como o conceito de nicho percebido ajuda a explicar o fenômeno de liberação ecológica?

7) Por que deveríamos esperar que as regiões com altas diversidades de espécies também apresentassem uma alta diversidade de nicho?

(RICKLEFS, 2008, p. 386)

Nestas duas questões, os autores esperam que os alunos sejam capazes de relacionar o conceito de nicho com conceitos ou fenômenos que não estão diretamente relacionados a ele. Na primeira questão, o aluno deverá fazer uso de duas tecnologias: (θ_1) – nicho percebido é a combinação das condições limitantes do ambiente dentro do qual os indivíduos podem persistir com a presença de competidores, predadores etc. e (θ_2) – liberação ecológica é um aumento nas densidades populacionais e distribuição de habitats de espécies em comunidades menos diversas. Logo, o aluno é convidado a relacionar o fato de que a competição por recursos estrutura as comunidades biológicas, limitando assim sua diversidade. A segunda questão leva o aluno a relacionar o conceito de nicho com o conceito de diversidade. Nesse sentido, a proposição: *Quanto maior a disponibilidade de nichos, maior será a diversidade de espécies a ocupá-los* (θ_3) deve ser familiar ao aluno, possibilitando-lhe o estabelecimento de uma compreensão que concebe que regiões com elevada biodiversidade, como os trópicos, devem apresentar igualmente elevada diversidade de nichos ecológicos e vice-versa. Todas estas tecnologias estão diretamente relacionadas ao processo de sucessão ecológica (Θ).

O sexto tipo de tarefa é encontrada em LD₄, no qual Pinto-Coelho (2000) convida o leitor a estabelecer uma relação entre nicho ecológico e o conceito genético de fenótipo (T_6), como apresentado na questão a seguir:

5. Qual é o paralelismo existente entre o nicho ecológico e fenótipo?

(PINTO-COELHO, 2000).

Para a realização dessa tarefa, o aluno precisa se valer de três técnicas importantes: (τ_1) conceituar nicho; (τ_2) conceituar fenótipo e (τ_3) identificar aspectos comuns em ambos os conceitos. A realização destas técnicas faz uso de duas tecnologias básicas: a de que *o nicho ecológico é o papel exercido por determinado organismo em uma comunidade biológica* (θ_1) e a de que *o fenótipo é a maneira na qual o genótipo se manifesta, ele descreve a aparência ou estado de um indivíduo para uma ou várias características* (θ_2). Nesse sentido, nos pautamos

em MacArthur (1967) ao pontuar que tanto o nicho ecológico quanto o fenótipo são reflexos de atributos intrínsecos dos organismos (Θ) para firmar que esta é a teoria necessária para a resolução deste tipo de problema.

O sétimo tipo de tarefa retoma a problemática do nicho hipervolumétrico, na qual o autor provoca os estudantes através da seguinte reflexão:

8. Para que serve o nicho hipervolumétrico? Ele é real ou virtual?

(PINTO-COELHO, 2000).

Esse tipo de questão provoca o aluno, não apenas a refletir sobre o conceito de nicho hipervolumétrico (τ_1) proposto por Hutchinson (1957), mas também o de considerá-lo em uma situação do mundo real, a fim de compreender suas possibilidades e limitações nos campos da ecologia teórica e prática. Tecnologias que podem dar subsídio na compreensão de tais limitações desta concepção podem ser encontradas em Odum (1972) quando o autor afirma que embora o nicho hipervolumétrico seja conceitualmente muito interessante, sua quantificação prática é virtualmente impossível (θ_1). Bem como no trabalho de Margalef (1977) que acredita que apesar do conceito de nicho hipervolumétrico ser necessário para a ecologia teórica, este se torna supérfluo quando enxergado à luz da ecologia empírica (θ_2). Estes dois autores se baseiam na concepção de nicho ecológico enquanto elemento multidimensional ou hipervolumétrico que se especializa à medida que novas variáveis são inseridas (Θ), conforme apontado por Hutchinson (1957).

Os tipos de tarefas que serão apresentados a partir de agora foram extraídos do capítulo 9 sobre o nicho ecológico e a estrutura das comunidades da obra LD4. O primeiro tipo de tarefa a ser considerado tem como objetivo compreender a importância que o conceito de nicho ecológico apresenta para os sujeitos da instituição ecologia, como observado a seguir:

1. Qual seria a função mais importante do conceito de nicho ecológico para os ecólogos?

(PINTO-COELHO, 2000).

Esse tipo de tarefa permite que o aluno reflita sobre o objeto de estudo dos ecólogos e consequentemente da ecologia (τ_1), em seguida a reflexão sobre o próprio conceito de nicho ecológico permitirá que o estudante estabeleça relações entre o conceito e o objeto de estudo da respectiva ciência a qual ele pertence. O conceito de nicho ecológico é apontado por Pinto-Coelho (2000) como uma das ferramentas mais interessantes para desvendar os processos de

interação entre as espécies dentro de uma comunidade (θ_1). Esse tipo de tecnologia é justificado pela concepção da própria ecologia proposta pelo zoólogo alemão Ernst Haeckel (1866) enquanto o estudo das relações entre os seres vivos e o ambiente em que vivem (Θ).

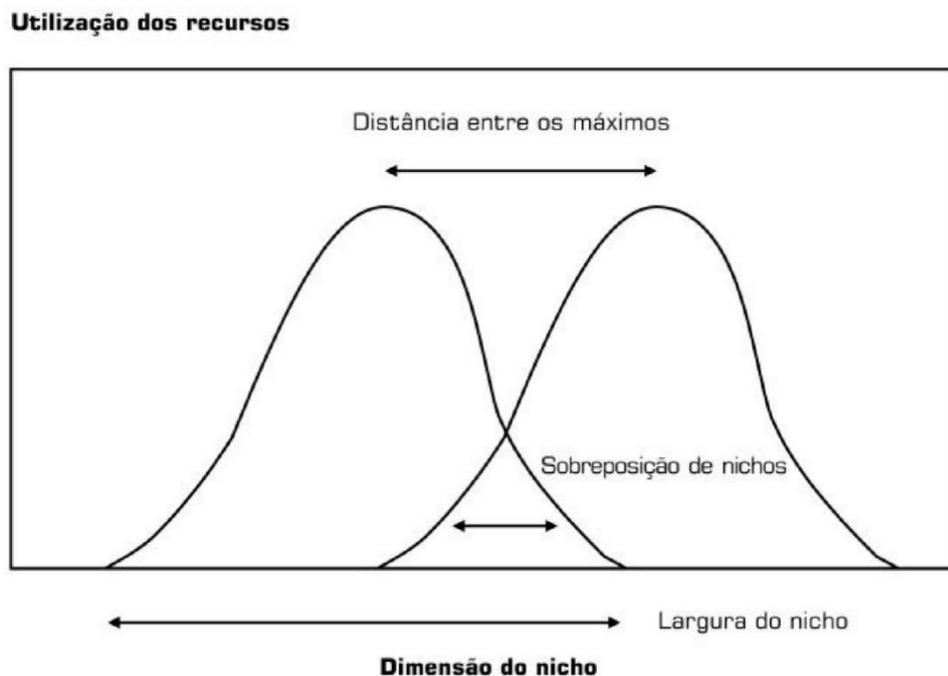
O nono tipo de tarefa trata ainda da concepção de nicho ecológico hipervolumétrico, através da questão:

2. Quais são as três “regiões” do nicho ecológico?

(PINTO-COELHO, 2000).

Pinto-Coelho (2000) faz um chamado para a reflexão visual, na qual o estudante, já familiarizado com a ideia de nicho ecológico multidimensional, precisa ter em mente o gráfico que envolve as dimensões de um nicho com a utilização dos recursos, conforme **figura 13**.

Figura 13. Principais atributos mensuráveis em um nicho ecológico.



Fonte: Pinto-Coelho (2000, p. 100).

Para a resolução deste tipo de tarefa, o aluno fará uso de três técnicas autotecnológicas na qual o mesmo deve identificar: I) o pico de atividade ou o que Pinto-Coelho (2000) aponta como ótimo de atividade, na qual a máxima utilização do recurso possibilita as maiores taxas de atividade da espécie, representada pelos picos da curva no eixo x (θ_1); II) a largura ou amplitude de nicho, correspondendo à faixa do recurso na qual a espécie pode ser encontrada e onde ela é capaz de explorá-lo de modo sustentável, representada no eixo y (θ_2) e III) a

sobreposição de nichos, região do nicho, na qual duas ou mais espécies competem por um lugar do nicho, representada pela região de intersecção (Θ_3). As tecnologias supracitadas são pautadas na ideia de nicho hipervolumétrico, proposta por Hutchinson (1957) (Θ_1).

A décima e última tarefa identificada toma como base todas as três concepções de nicho ecológico: Grinneliana (1917), Eltoniana (1937) e Hutchinsoniana (1957):

<p>3. <i>Quais são as propriedades aditivas dos nichos ecológicos?</i></p>

(PINTO-COELHO, 2000).

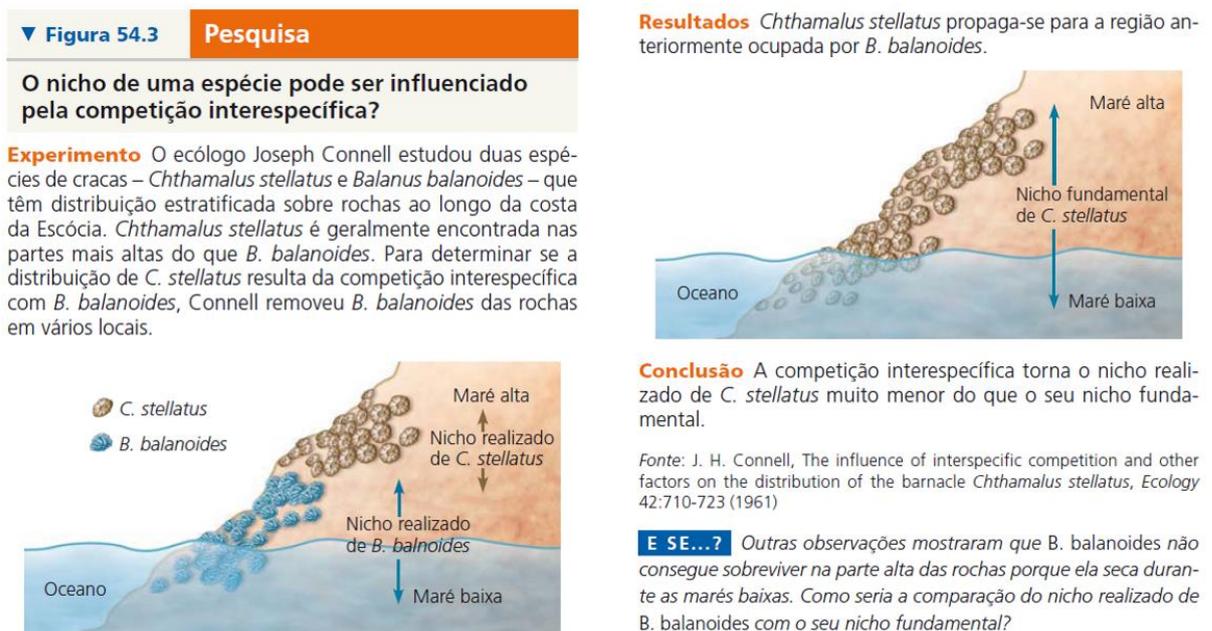
Para resolver este tipo de tarefa, o estudante fará uso de quatro técnicas autotecnológicas relativas à compreensão de que: I) Os recursos podem ter uma distribuição contínua (Θ_1); II) Os recursos podem ter uma distribuição descontínua (Θ_2); III) Há variações entre os indivíduos de uma população, podendo estas terem uma base comportamental ou morfológica (Θ_3) e IV) Há ritmos diários e sazonais na disponibilidade de recursos (Θ_4). As técnicas Θ_1 e Θ_2 são pautadas na abordagem espacial de nicho ecológico (Θ_1), proposta por Grinnell (1917), já a técnica Θ_3 é embasada na concepção trófica de nicho ecológico (Θ_2), concebida por Elton (1937), enquanto a técnica Θ_4 é fundamentada da ideia de nicho enquanto elemento multidimensional (Θ_3), como proposto por Hutchinson (1957). O conjunto das quatro técnicas autoecológicas discutidas com os diferentes teóricos, permite obter uma maior compreensão sobre os aspectos que tangem o conceito atual de nicho ecológico.

6.5. *Identificação dos objetos ostensivos e não ostensivos:*

Dada a quantidade de tarefas analisadas neste trabalho e, tendo em vista que muitas destas se repetem nos diferentes manuais didáticos, apresentamos alguns exemplos de como os objetos ostensivos e não ostensivos se mostraram presentes nas diferentes páginas que tratam, não apenas do conceito de nicho ecológico, mas igualmente de teorias e fenômenos a ele relacionados. Vale ressaltar que apesar dos objetos ostensivos poderem ser presentes tanto nos manuais didáticos do *saber sábio*, quanto do *saber a ser ensinado*, os objetos não ostensivos muitas vezes são mais adaptados a um tipo de obra. Desta forma, identificamos nos manuais didáticos do *saber sábio* os seguintes objetos não ostensivos: 1) o conceito de nicho fundamental; 2) o conceito de nicho realizado; 3) amplitude de nicho; 4) sobreposição de nicho; 5) diversidade de nicho e 6) multidimensionalidade do nicho.

Os primeiros objetos não ostensivos analisados foram os conceitos de nicho fundamental e de nicho realizado, no qual identificamos objetos ostensivos escriturais gráficos sob a forma de desenhos. Detalharemos logo abaixo, na **figura 14**, um objeto ostensivo extraído do LD5, composto por elementos verbais e imagéticos que representam os conceitos de nicho fundamental e nicho realizado.

Figura 14. Ostensivos gráfico e escritural relativos aos não ostensivos *nicho fundamental* e *nicho realizado*.



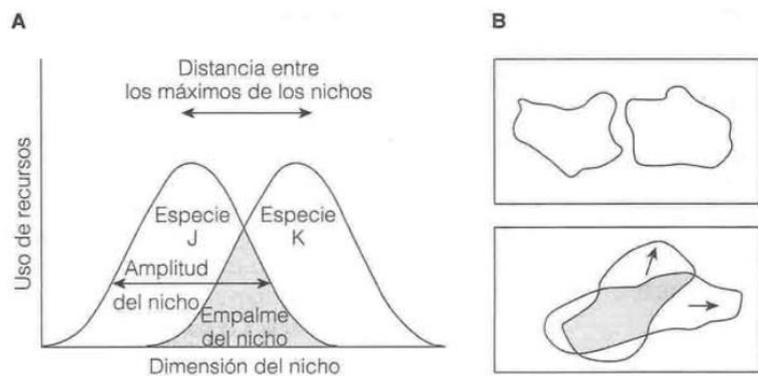
Fonte: Reece et al. (2015, p. 1210).

No exemplo acima, é possível observar que através de uma situação didática investigativa, Reece et al. (2015) representaram os conceitos de nicho fundamental e nicho realizado através de uma pesquisa realizada pelo ecólogo Joseph Connell com duas espécies diferentes de cracas: *Chthamalus stellatus* e *Balanus balanoides*, na qual ambas ocupam nichos diferentes em um mesmo hábitat. Nessa situação, os autores buscaram ilustrar a influência da competição interespecífica na distribuição do nicho ocupado por uma espécie, nesse caso *Chthamalus stellatus* na ausência de seus competidores (nicho fundamental) e na presença destes (nicho realizado). Apesar de ambos os conceitos serem considerados objetos não ostensivos e intangíveis ao aluno, estes se tornam palpáveis através da exemplificação escrita (ostensivos escriturais) e representações comparativas das situações antes e depois da remoção de *Balanus balanoides* (ostensivos gráficos).

Os objetos não ostensivos: Amplitude de nicho e sobreposição de nicho foram representados através de objetos ostensivos escriturais e gráficos, como no exemplo extraído do LD₃, **figura 15**, na qual ambos os conceitos são representados graficamente seguidos de uma explicação descritiva.

Figura 15. Ostensivos gráfico e escritural relativos aos não ostensivos *amplitude e sobreposição de nichos ecológicos*.

Figura 7-13. Representaciones esquemáticas del concepto de nicho. A) Las curvas de actividad para dos especies a lo largo de una dimensión única de recursos ilustran el concepto de amplitud del nicho y empalme del nicho. B) En el diagrama superior dos especies ocupan nichos sin empalmarse, mientras que en el inferior los nichos se empalman tanto que la competencia severa da lugar a divergencias, según indican las flechas.



Fonte: Odum e Barrett (2006, p. 313)

A análise do objeto ostensivo acima é feita em duas partes. Na primeira parte analisamos o gráfico A e na segunda parte o esquema B. Ambos os objetos ostensivos representam o conceito de nicho ecológico quanto à sua largura e sobreposição. O gráfico A representa a amplitude de nicho de duas espécies *J* e *K*, correlacionando-as quanto ao uso de recursos e à dimensão do nicho. Nesse gráfico, o objeto não ostensivo: Sobreposição de nicho é representada através da área cinza, onde as duas espécies compartilham, até certo ponto, o mesmo nicho ecológico. No esquema B são apresentadas duas figuras comparativas que representam os nichos de duas espécies diferentes. Na imagem superior, nota-se que os nichos são completamente diferentes e por isso não se sobrepõem, o que não acontece na imagem inferior onde os nichos apresentam sobreposição tão elevada (área cinza) o que leva à conclusão de uma possível competição interespecífica, forçando as espécies a uma divergência evolutiva, fazendo assim com que ambas se adaptem a novos nichos não ocupados anteriormente. Acreditamos que a escolha de Odum e Barrett (2006), por fazer uso destes objetos ostensivos se dê, pois, o estudante de ensino superior já é familiarizado com representações gráficas mais abstratas, o que favorece a compreensão dos conceitos de amplitude e sobreposição de nicho de uma maneira mais palpável ao aprendiz.

Em LD4, Pinto-Coelho (2000) faz uso de ostensivos ainda mais abstratos, como as equações, para tratar dos conceitos de amplitude de nicho e sobreposição de nicho, **figura 16**.

Figura 16. Ostensivo gráfico do tipo equação, representando a amplitude de nicho (esquerda) e o grau de sobreposição de nichos (direita).

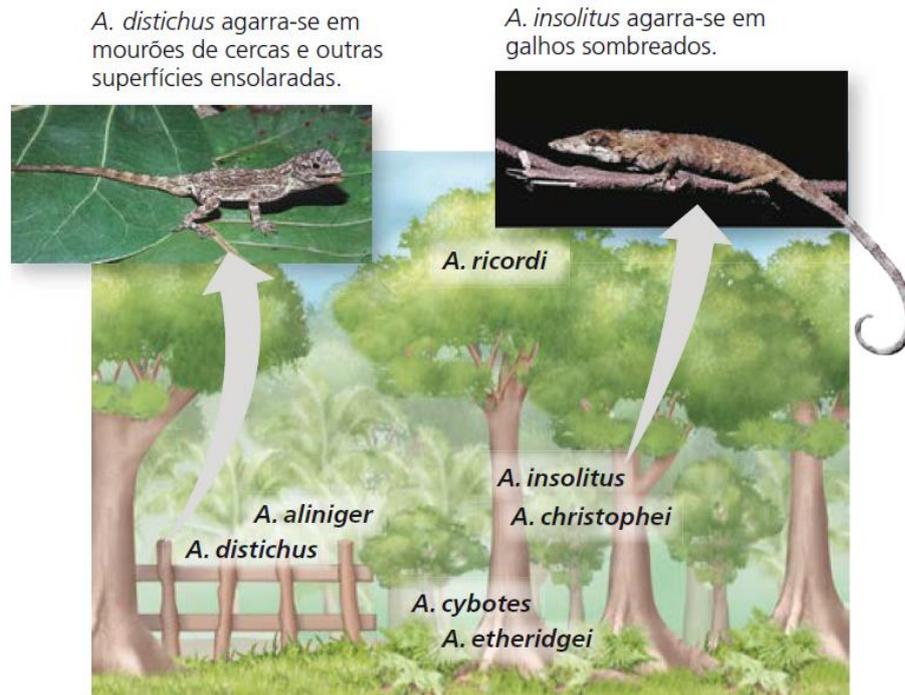
$$B = \frac{1}{\sum_{i=1}^n p_i^2} \quad I_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \cdot \sum_{i=1}^n p_{ik}^2}}$$

Fonte: Pinto-Coelho (2000, p. 103)

Na **figura 16**, observamos que Pinto-Coelho (2000) se valeu da fórmula (*à esquerda*) de largura de nicho, com o intuito de detalhar, ao nível da modelagem matemática, como se calcula a amplitude de nicho para uma determinada espécie, levando em consideração que B representa a amplitude de nicho; p_i , a proporção de registros para cada dimensão e i o recurso considerado. O autor define, igualmente, o conceito de sobreposição de nichos através de uma fórmula (*à direita*), na qual I_{jk} representa a interpenetração entre os nichos das espécies j e k ; i , representa o recurso; p_{jk} , representa a proporção do i -ésimo utilizado por k e p_{ij} representa a proporção do i -ésimo utilizado por j . Nesse sentido, as definições, tanto dos conceitos de amplitude, quanto de sobreposição de nichos apresentadas através de equações matemáticas, tendem por um direcionamento muito maior aos estudantes de biologia e ecologia, seja ela teórica ou prática, que aos estudantes de licenciatura, visto que tais equações não fazem parte do currículo escolar do ensino básico.

O quinto objeto não ostensivo identificado nos manuais de ecologia foi a ideia de diversidade de nichos através da partição de recursos. Para exemplificar esta ideia, extraímos dois exemplos dos LD4 e LD1. No primeiro exemplo, **figura 17**, observamos dois elementos ostensivos: escritural e gráfico.

Figura 17. Ostensivos gráfico e escritural relativos ao não ostensivo *diversidade de nichos*.



▲ **Figura 54.2** Partição de recursos entre lagartixas da República Dominicana. Sete espécies de lagartixas do gênero *Anolis* vivem muito próximas e todas se alimentam de insetos e de outros pequenos artrópodes. No entanto, a competição por alimento é reduzida, pois cada espécie de lagartixa tem um substrato preferido diferente para agarrar-se, ocupando, assim, um nicho distinto.

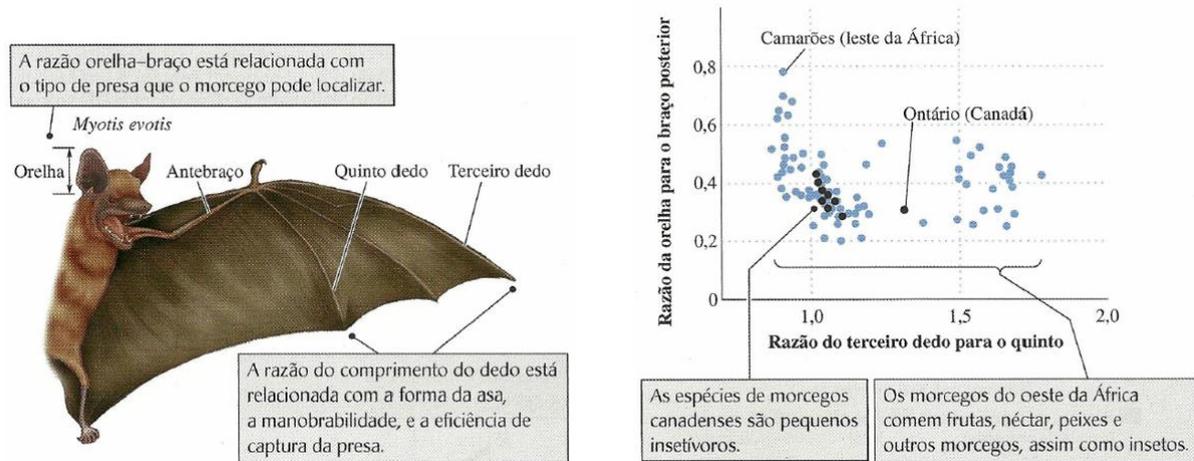
Fonte: Reece et al. (2015, p. 1210).

O ostensivo escritural é apresentado na contextualização dada através da descrição da figura: “Sete espécies de lagartixas do gênero *Anolis* vivem muito próximas e todas se alimentam de insetos e de outros pequenos artrópodes. No entanto, a competição por alimento é reduzida, pois cada espécie de lagartixa tem um substrato preferido diferente para agarrar-se, ocupando, assim, um nicho distinto”. O trecho anteriormente apresentado contextualiza a ideia de partição de recursos e como essa partição leva à uma diversidade de nichos ecológicos dentro da comunidade.

A análise do ostensivo gráfico reforça a ideia contemplada em nosso objeto não ostensivo, ilustrando o hábitat no qual as setes diferentes espécies de lagartixas do gênero *Anolis* vivem. Damos destaque ainda à posição onde se encontram os nomes de cada espécie, indicando aos alunos que a distinção de nicho está relacionada ao micro-habitat ocupado por cada espécie. Este tipo de ostensivo viabiliza a compreensão da ideia de uma diversidade de nichos (objeto não ostensivo), visto que para os estudantes, neste nível de formação, provavelmente apenas a diversidade no nível de espécies é uma ideia tangível.

O segundo exemplo, **figura 18**, extraído do LD₁ representa igualmente o objeto não ostensivo da diversidade de nichos através da partição de recursos. Para exemplificar tal objeto, Ricklefs (2008) faz uso dos dois tipos de ostensivos mais comuns: escritural e gráfico.

Figura 18. Ostensivos gráfico e escritural relativos ao não ostensivo *diversidade de nichos*.



Fonte: Ricklefs (2008, p. 378).

O ostensivo gráfico se apresenta sob 2 formatos, o desenho, no qual detalha-se a morfologia do morcego, destacando a métrica *razão orelha-braço* e *razão comprimento do dedo*. Uma vez que o aluno tenha se apropriado destes ostensivos e dos objetos não ostensivos que a eles estão respectivamente relacionados: “A razão da orelha-braço está relacionada com o tipo de presa que o morcego pode localizar” e “A razão do comprimento do dedo está relacionada com a forma da asa, a manobrabilidade e a eficiência de captura da presa”, o aluno passará ao segundo recurso imagético representado através de um gráfico que relaciona os dois objetos não ostensivos anteriores. No gráfico, são apresentadas espécies canadenses (pontos claros) e africanas (pontos escuros) de morcegos correlacionadas com os dois objetos não ostensivos: *razão orelha-braço* e *razão comprimento do dedo*. Os autores adicionaram ainda dois teoremas escriturais: “As espécies de morcegos canadenses são pequenos insetívoros” e “Os morcegos do oeste da África comem frutas, néctar, peixes e outros morcegos, assim como insetos”. Esses dois objetos ostensivos ilustram o conceito de diversidade de nichos através da partição de recursos.

O sexto e último objeto não ostensivo identificado foi o conceito de multidimensionalidade de nicho, extraído do LD₂, **figura 19**. A ideia do nicho enquanto elemento multidimensional é extremamente abstrata e complexa para o aluno de ensino superior

e ainda mais para o aluno de ensino médio/secundário. Nesse sentido, os manuais didáticos de ecologia abrem mão de utilizar objetos ostensivos que facilitem a apreensão deste conceito de maneira tangível, visto que o estudante do ensino superior precisará se deparar com a diversidade de variáveis que compõem o nicho ecológico. Para isso Begon *et al.* (2007) fizeram uso dos ostensivos escriturais e gráficos. Dada a complexidade com que os ostensivos foram apresentados, a análise será descrita em três diferentes etapas.

Figura 19. Ostensivos gráfico e escritural relativos ao não ostensivo *multidimensionalidade de nicho*.

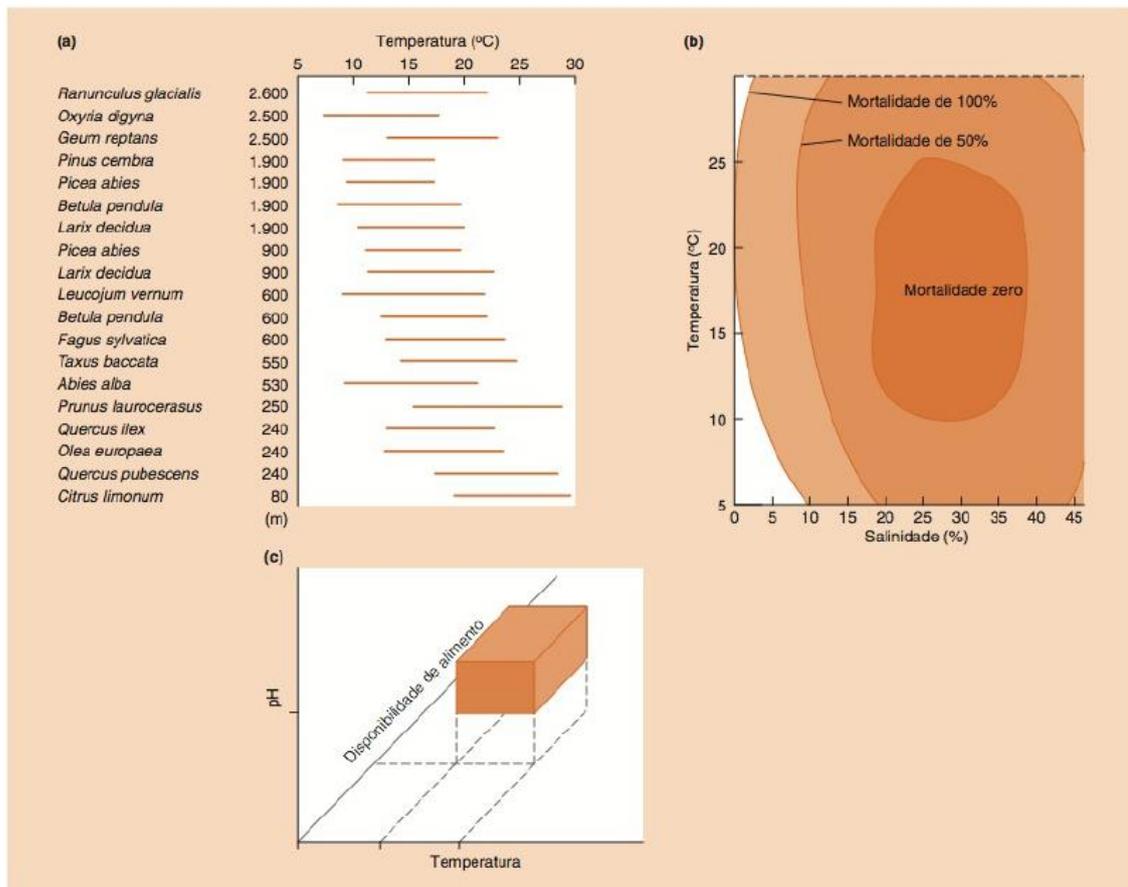


FIGURA 2.2 (a) Nicho de uma dimensão. Faixa de temperatura na qual diversas espécies vegetais dos Alpes Europeus podem atingir a fotossíntese líquida com baixas intensidades de radiação (70 W m^{-2}) (de Pisek *et al.*, 1973). (b) Nicho em duas dimensões para o camarão-da-areia (*Crangon septemspinosa*), mostrando o destino de fêmeas portando ovos em água aerada, em uma faixa de temperaturas e salinidades (de Haeüner, 1970). (c) Nicho diagramático em três dimensões para um organismo aquático, mostrando um volume definido pela temperatura, pelo pH e pela disponibilidade de alimento.

Fonte: Begon *et al.* (2007, p. 32).

Na primeira etapa, *figura a*, observamos um gráfico unidimensional que elenca 19 diferentes espécies vegetais de Alpes europeus submetidas a diferentes faixas de temperatura (°C). No entanto, fica evidente que praticamente todas as espécies se sobrepõem quanto à

variável de nicho temperatura, nesse sentido faz-se necessário adicionar mais variáveis de nicho para identificar as particularidades que são inerentes à cada espécie.

Uma vez que este gráfico tenha sido compreendido, passaremos à segunda etapa de análise que trata do gráfico bidimensional, *figura b*, onde os autores apresentam o nicho ecológico para o camarão da areia, *Crangon septemspinosa*, em intervalos considerando duas variáveis: Temperatura (°C) e salinidade (%). Neste gráfico, fica claro que quanto mais próximo às condições de nicho ideal desenvolverem-se os ovos do camarão, mais chances de sobrevivência populacional da prole, logo se considerarmos que três populações distintas de ovos se desenvolveram nas seguintes condições ambientais: População 1 (15°C e 25%); População 2 (10°C e 40%) e população 3 (20°C e 5%), o aluno deverá chegar à conclusão de que não existirá mortalidade para a população 1, 50% da prole morrerá na população 2 e a taxa de mortalidade na população 3 será de 100%, demonstrando assim que a sobrevivência de uma espécie não depende de apenas uma variável, mas nesse caso em particular, de duas.

Por fim, chegamos à terceira etapa com o gráfico tridimensional, *figura c*, onde três variáveis são consideradas para o nicho de um determinado organismo aquático: temperatura, pH e disponibilidade de alimento. Nesse sentido, o aluno é convidado a identificar o volume ou o posicionamento do nicho desta espécie em condições específicas, de modo que a sobrevivência desta só se dará em condições ideais de temperatura, pH e disponibilidade de alimento. Apesar da infinita dimensionalidade que o nicho ecológico pode apresentar, como apontado por Hutchinson (1957), a progressão seriada dos ostensivos dá, ao aluno, a ideia de que em condições reais, os nichos ecológicos são muito mais complexos do que os modelos apresentados na ecologia teórica.

6.6. Análise das Organizações Didáticas (ODs):

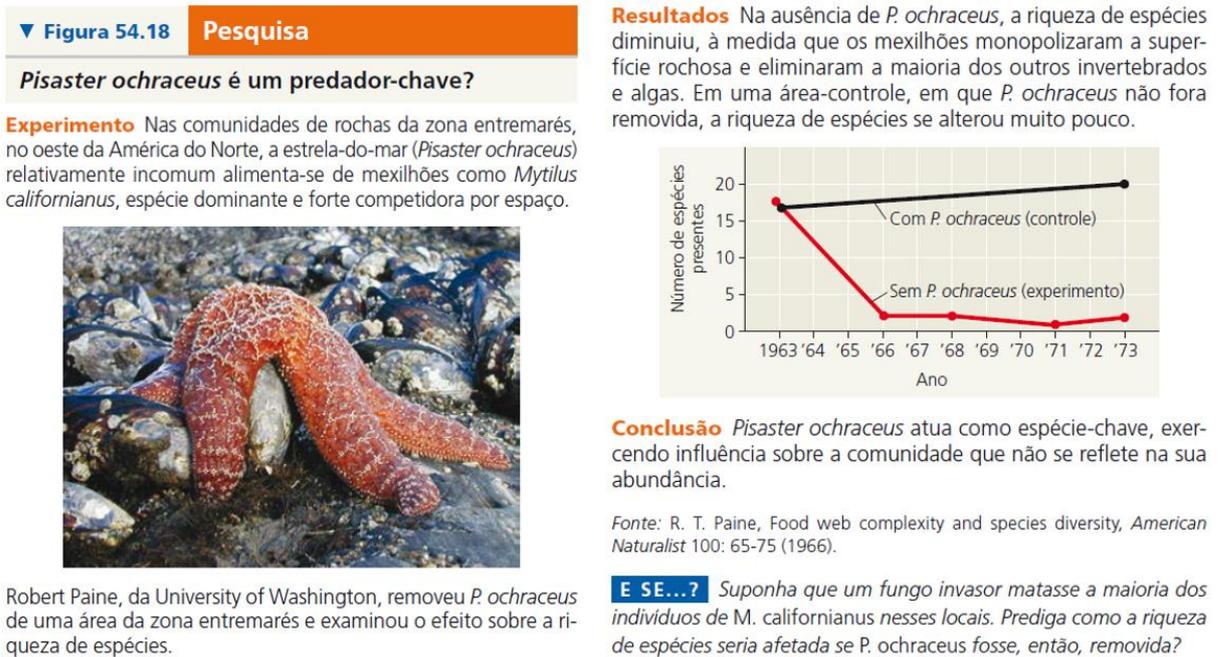
As obras LD₁ e LD₄ abordam as noções ligadas ao objeto do saber *nicho ecológico*, acompanhada de exemplos que contextualizam tais definições. Enquanto em LD₁ são apresentados alguns exercícios, ao final do capítulo, com a finalidade de conduzir o estudante à resolução de problemas a partir das definições trabalhadas anteriormente, em LD₄ tais exercícios são trazidos em uma plataforma online e de fácil acesso ao estudante. Este tipo de configuração didática que constitui: Definição → Exemplo → Exercício é categorizada por Gascón (2003) como uma organização didática *tecnicista*. Para o autor, a OD tecnicista é aquela que adota, implicitamente, uma perspectiva de ensino e aprendizagem, no caso desta pesquisa

para o conceito de nicho ecológico, através da algoritmização, levando em conta todo o reducionismo que isso implica. Além disso, por levar em conta apenas os blocos do *saber* [θ , Θ] e do *saber-fazer* [T , τ] na apresentação dos conteúdos, consideramos que a obra adota uma organização didática *clássica*, combinando os modelos tecnológico-teórico com os momentos do fazer-prático. A obra se caracteriza, portanto, por apresentar problemas, cuja resolução se dá através de um processo mecânico, totalmente controlado pelos autores do livro didático.

As obras LD₂ e LD₃ demonstram uma particularidade, do ponto de vista da estruturação dos conteúdos. Os autores dos dois manuais não apresentam exercícios ao final dos capítulos ou seções, limitando o ensino-aprendizagem dos temas em ecologia, ao que é apresentado na parte *Curso* dos livros didáticos. Assim sendo, tanto LD₂, quanto LD₃ apresentam as definições atreladas ao conceito de nicho ecológico seguida de exemplos que possibilitam uma maior contextualização com as explicações dos diferentes conceitos. No entanto, por não disponibilizarem uma seção que permita ao estudante a avaliação de sua própria aprendizagem, defendemos que ambos os manuais negligenciam o bloco do *saber fazer* [T , τ], concentrando-se, exclusivamente, na apresentação teórica dos diferentes conceitos e fenômenos ecológicos. Nesse sentido, enxergamos LD₂ e LD₃ como artefatos institucionais para o ensino de ecologia no nível superior que adotam uma organização didática *teoricista*. De acordo com Gascón (2003), este tipo de organização visa apresentar os conhecimentos de forma acabada e cristalizada em teorias. Segundo o autor, obras que adotam este tipo de organização se concentram em esforços didáticos relacionados ao momento do primeiro encontro (Chevallard, Bosch e Gascón, 1997), ou seja, um momento em que os conhecimentos são apresentados aos alunos, seja pelo professor ou pelos autores de materiais didáticos, de forma engessada.

Por fim, a obra LD₅, assim como LD₁ dispõe de uma sequência didática que envolve: Definição → Exemplo → Exercício. No entanto, diferente de LD₁, em LD₅ pudemos observar que as atividades propostas não estão restritas ao final dos capítulos, mas são trazidas também ao longo das seções, convidando o aluno a resolver problemas, fazendo uso dos conceitos vistos anteriormente e ampliando seus conhecimentos para alcançar outros conceitos mais complexos, como é o caso do exemplo extraído do box: *Pesquisa*, **figura 20**.

Figura 20. Situação-problema representativa de uma organização didática modernista.



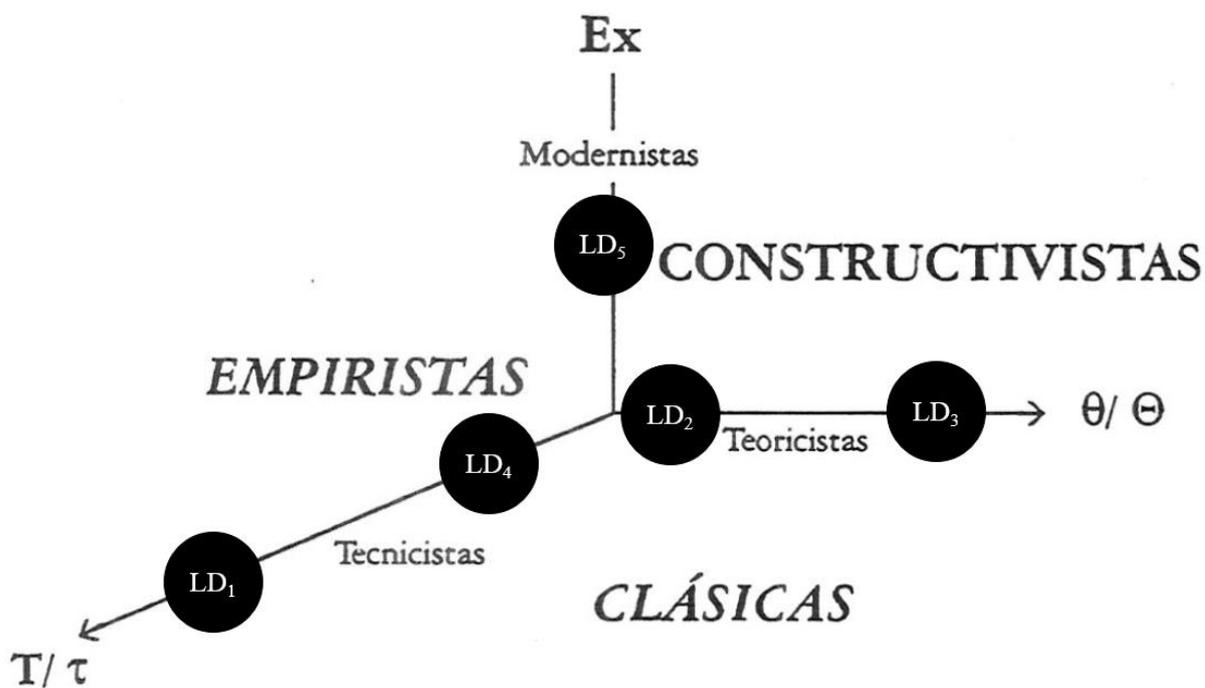
Fonte: Reece et al. (2015, p. 1220).

A figura acima é uma síntese da pesquisa realizada por Paine (1966) envolvendo a complexidade das redes alimentares e a diversidade de espécies. Neste exemplo, o estudante deverá responder à seguinte pergunta: *Pinaster ochraceus é um predador-chave?* Para responder à esta pergunta, os autores apresentam, inicialmente, a estrela-do-mar (*Pinaster ochraceus*) como superpredadora que atua no controle da distribuição de mexilhões, como por exemplo, *Mytilus californianus*. Para ilustrar a espécie, os autores fizeram uso de um *ostensivo gráfico* do tipo fotografia, acompanhado do *ostensivo escritural*. O desenho metodológico, bem como seus resultados são materializados através dos *ostensivos gráfico e escritural* para retratar os *não ostensivos*: Competição interespecífica e diversidade de espécies. Devemos levar em consideração que na seção: “e se...?” Os autores lançam uma pergunta que instiga o estudante a responder sobre a previsão de um cenário que prediga a distribuição da riqueza em um determinado ambiente, levando em consideração a eliminação dos mexilhões por um fungo invasor, bem como pela remoção manual das estrelas-do-mar. Para atingir a resolução, os aprendizes deverão mobilizar conceitos anteriormente aprendidos, tais como: Nicho fundamental, nicho efetivo, competição interespecífica e o princípio da exclusão competitiva.

Essa forma de organizar os conteúdos no livro didático é apontada por Gascón (2003) como *modernista*, dado que a OD modernista leva em consideração os momentos tecnológico-teórico $[\theta, \Theta]$ e exploratório, sendo este tipo de OD caracterizada por contextualizar a atividade

de resolução de problemas, considerando-a como uma atividade mais ampla, na qual a aprendizagem é um processo ativo de construção do conhecimento, levando em consideração determinadas fases. Um mapeamento das obras analisadas quanto aos planos coordenados de OD ideais bidimensionais de Gascón (2003) é apresentado na **figura 21**.

Figura 21. Mapeamento das obras analisadas quanto às organizações ideais propostas por Gascón (2003).



Fonte: Adaptado de Gascón (2003).

Capítulo 7 – Considerações finais

Muitas pesquisas têm se debruçado em compreender como se dá, a organização praxeológica de diferentes objetos do saber, especialmente ligados aos objetos matemáticos e científicos nos livros didáticos. Diversas são as evidências de que os livros didáticos são amplamente utilizados como recurso didático, em todos os níveis de ensino (LOGUERCIO et al., 2001; SILVA e CARVALHO, 2004; FERNANDES, 2017), inclusive no ensino superior (ZANARDI et al., 2013; YAMAZAKI et al., 2017; VASSÃO e SALGADO, 2018), em cursos de formação de professores. Por conseguinte, tais recursos exercem um papel singular na formação de professores que atuarão no ensino básico.

Considerando a relevância do livro didático e ciente da ausência de análise dos livros didáticos usados na formação dos futuros professores de biologia e ciências, desenvolvemos estudo analisando os principais livros didáticos sugeridos nas referências das ementas curriculares dos cursos de ecologia 1 e 2 do curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Para tal, elegemos como foco da análise a abordagem ecológica e praxeológica, bem como a identificação dos objetos ostensivos e não ostensivos que estão relacionados ao conceito de nicho ecológico, dado que tal conceito se mostra central para o ensino de ecologia e da biologia, de forma geral.

Os resultados referentes à análise ecológica das disciplinas de ecologia nos três cursos universitários analisados: licenciatura e bacharelado em ciências biológicas e ciências biológicas com ênfase em ciências ambientais, nos levam a concluir que apesar da real importância da ecologia na formação acadêmica de professores de ciências, este campo do conhecimento é restrito aos períodos finais da formação inicial de professores. O hábitat da ecologia nos livros didáticos de biologia do ensino médio, bem como a organização dos planos curriculares nacionais e estaduais podem ser um reflexo do lugar que é reservado à esta ciência na formação de professores de ciências em nível superior. Este lugar que é reservado à ecologia pode estar associado à adoção do currículo Sputnik nos anos 60 que organizava os conteúdos de biologia, começando do microcosmo (citologia, biologia molecular e genética) até o macrocosmo (evolução e ecologia). Tal configuração se mantém até os dias atuais.

Quanto aos resultados de distribuição da carga horária das disciplinas de ecologia nas diferentes instituições, pudemos concluir que, o fato da ecologia, no curso de licenciatura em ciências biológicas, estar limitada a uma carga horária de dois cursos de 60 horas cada, os conceitos, teorias e objetos do saber ecológico são diluídos ao longo de outras disciplinas como

a zoologia, a botânica, a genética, a microbiologia etc. Tal estratégia possibilita que os futuros professores possam compreender os conceitos ecológicos de maneira integrada aos demais campos do saber das ciências biológicas e das ciências em geral.

É notório que os cursos de bacharelado em ciências biológicas e o próprio curso de ciências ambientais também possibilitam aos estudantes uma compreensão holística e ramificada da ciência ecológica, conduzindo-os a um pensamento crítico-reflexivo desta ciência. Adiciona-se a isso o fato de que estes cursos de graduação dispõem de disciplinas correlatas: biologia marinha, biologia da conservação, poluição química ambiental etc. que permitirão uma aplicação prática dos conceitos e teorias abordados nas disciplinas básicas de ecologia. Pontuamos que, apesar do curso de licenciatura em ciências biológicas não dispor de disciplinas obrigatórias ligadas ao meio ambiente e educação ambiental, o curso possibilita que os alunos cursem tais disciplinas como componentes curriculares facultativos, o que enriqueceria a formação ecológica dos futuros professores de ciências/biologia.

Não é de nosso interesse traçar uma análise comparativa entre os três cursos, mesmo porque os perfis de cada profissional ao final da graduação são similares. De acordo com os projetos pedagógicos curriculares para cada curso, o elemento em comum entre os três é o fato de buscar-se a formação de um profissional com uma visão holística, crítica, ética, generalista e com espírito de solidariedade, com especificidades para a licenciatura cujo foco está na educação (fundamental, médio, superior, educação ambiental e educação sanitária), bacharelado, cujo foco está na pesquisa e na atuação profissional enquanto biólogo, conforme as diretrizes do Conselho Federal de Biologia (CFBio) e do bacharelado com ênfase em ambientais cujo perfil está voltado ao planejamento e gerenciamento de ações ligadas aos recursos naturais com base no conceito de desenvolvimento sustentável.

Uma vez compreendida a realidade vivida pela ecologia no curso de licenciatura em ciências biológicas, passamos à análise ecológica do conceito de nicho ecológico nos manuais didáticos de ensino superior. Identificamos dois possíveis habitats para o conceito de nicho ecológico, nos livros de ecologia do ensino superior, ora o conceito foi apresentado enquanto elemento introdutório nos capítulos iniciais, ora como um conceito chave nos capítulos relacionados à ecologia de comunidades. Vale ressaltar que o conceito de nicho ecológico, devido à sua relevância para a ciência ecológica, pode ser encontrado em diferentes passagens dos manuais didáticos sendo, portanto, considerado enquanto um conceito transitório. Identificamos, ainda, cinco diferentes funcionalidades para o conceito de nicho ecológico nos manuais didáticos: *Conceitual, estrutural, histórica, interpretativa e explicativa*.

Nos manuais didáticos de ecologia do ensino superior, o conceito de nicho ecológico enquanto *saber sábio* apresenta três características: I) Existe um tratamento quanto à evolução histórico-científica para o conceito de nicho ecológico, no qual se abordam as três concepções de nicho (Grinnelliana, Eltoniana e Hutchinsoniana); II) Há um detalhamento na abordagem do conceito, dividindo-o em nicho fundamental e nicho realizado ou percebido e III) Os manuais de nível superior contextualizam a aplicação prática para o conceito de nicho ecológico, como na LD₁ (*A Economia da Natureza*) no qual é reservado um capítulo para discutir as vantagens da técnica de modelagem de nicho ecológico para as pesquisas em ecologia de campo e teórica. Assim sendo, concluímos que as cinco funcionalidades atribuídas ao conceito de nicho ecológico estarão relacionadas às características supracitadas.

Quanto às organizações ecológicas, concluímos que a abordagem do conceito de nicho ecológico nos livros didáticos de ecologia do ensino superior está associada, tanto à identificação das particularidades que o diferenciem do conceito de hábitat, quanto à uma compreensão de que o conceito de nicho ecológico possibilite uma compreensão mais ampla sobre o princípio da exclusão competitiva de Gause, atrelada à sobreposição de nichos ecológicos. Grande importância tem sido dada à diferenciação entre os conceitos de nicho fundamental e nicho percebido. Nesse sentido, compreendemos que é do interesse dos autores de livros de ecologia do ensino superior que os futuros profissionais, sejam eles biólogos ou professores de ciências, sejam capazes de compreender o conceito de nicho ecológico enquanto atributo particular de cada espécie, seja ela animal, vegetal ou de microrganismo e que tal atributo permita que as interações estabelecidas entre estas mesmas espécies e o meio estejam relacionadas aos gradientes ambientais e variações do meio configurados como seu hábitat, como fora igualmente apontado por Ferraro (2017).

Assim sendo, o professor de ciências que apresenta tal concepção poderá, em sala de aula, promover situações didáticas que permitam aos estudantes atingir o mesmo grau de compreensão com relação ao conceito, evitando que os alunos adotem uma compreensão limitada do conceito de nicho ecológico enquanto variedade de recursos disponíveis no meio ambiente. Para Ferraro (2017) tal concepção daria aos estudantes a falsa ideia de inesgotabilidade do meio, enxergando este enquanto uma simples fonte de recursos ao invés de encará-lo enquanto o território que possibilita os processos de seleção e adaptação das diferentes espécies.

A análise dos objetos ostensivos e não ostensivos, por sua vez, nos permitiu concluir que para a abordagem do conceito de nicho ecológico, os autores fazem uso dos seguintes objetos não ostensivos: 1) o conceito de nicho fundamental; 2) o conceito de nicho realizado;

3) amplitude de nicho; 4) sobreposição de nicho; 5) diversidade de nicho e 6) multidimensionalidade do nicho. Tais objetos permitem que o estudante de ecologia possa compreender não apenas as diferentes concepções de nicho: Grinnelliana, Eltoniana e Hutchinsoniana, mas ser igualmente capaz de compreender quando as limitações teóricas do nicho virtual ou fundamental de uma espécie, compreendido através do controle de variáveis de laboratório, com o nicho real ou percebido, quando a espécie interage diretamente com o meio e com outras espécies. Para isso, os autores fazem uso massivo dos objetos ostensivos gráficos, através do uso de esquemas e fotografias, por exemplo, e escritural, possibilitando a exemplificação e descrição dos ostensivos gráficos apresentados.

Na formação de professores, o uso de tais ostensivos possibilita que o professor de ciências seja capaz de pensar e readaptar tais ostensivos para a compreensão dos alunos do ensino básico, seja através do uso de modelos, dioramas, fotografias ou desenhos, bem como de textos descritivos ou vídeos que permitiriam aos mesmos alunos uma reflexão crítica entre a abordagem do conceito de nicho ecológico trazido nos livros didáticos e a contextualização deste no mundo real, com espécies reais, em situações reais.

Por fim, mas não menos importante, a compreensão das organizações didáticas possibilitou a identificação de três perfis básicos para as obras analisadas: teoricista, tecnicista e modernista. Sabemos que, do ponto de vista didático, o perfil modernista é o que mais se aproxima de um modelo de ensino-aprendizagem que leve em consideração a reflexão crítica e o pensamento criativo, sendo constatado apenas na obra: *Biologia* de Reece et al. (2015).

De forma geral, nossa pesquisa permitiu compreender como o conceito de nicho ecológico é abordado nos livros didáticos de ecologia do ensino superior sob um viés ecológico e praxeológico. Este trabalho possibilitou igualmente a identificação dos principais objetos ostensivos e não-ostensivos mobilizados no tratamento do conceito, bem como nas organizações didáticas que são pensadas pelos autores das obras para o planejamento e abordagem dos conteúdos de ecologia em nível superior.

Tal pesquisa pode ser uma porta de entrada para futuros trabalhos que visem se debruçar sobre estudos comparativos que analisem o tratamento dado aos diferentes conceitos ecológicos, tanto em livros didáticos de ensino superior quanto em livros da formação básica (médio e fundamental). Pode-se pensar ainda em uma análise que leve em consideração a evolução dada ao tratamento do conceito de nicho ecológico sob uma perspectiva histórica, a partir da análise de diferentes currículos.

Desdobramentos de pesquisa também podem ser pensados quanto ao lugar reservado ao ensino de ecologia na formação de professores de ciências. Consideramos que um estudo

específico que trate do tema se faz necessário, a fim de compreender quais a importância do livro didático na formação do professor em comparação com a formação do bacharel em ciências biológicas, ou mesmo buscando compreender se os conceitos científicos tratados nos livros didáticos apresentam a mesma abordagem quando trabalhados em outros recursos didáticos como animações, tutorias, apostilas etc. Pesquisas que tratem do processo ensino-aprendizagem de conceitos ecológicos se fazem cada vez mais necessários, seja a nível nacional ou internacional, especialmente em um cenário de crise ecológica que parece se agravar cada vez mais.

Referências

AGUIAR, M. As lacunas do ensino de álgebra no ensino fundamental: Uma análise a partir da transposição didática. *In: XII Encontro Nacional de Educação Matemática*, 2016, São Paulo. **Anais do XII Encontro Nacional de Educação Matemática**. São Paulo. p. 1-12.

ALKIMIM, E.; PAIVA, M. A. V. A Transposição Didática e o Conceito de Função. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, 2, n. 2, p. 39-51, 2012.

ALLARD, M. Le manuel scolaire devenu objet d'étude. *In: LEBRUN, M. (Ed.). Le manuel scolaire d'ici et d'ailleurs, d'hier à demain*. Québec: Presses de l'Université du Québec, 2007. p. 27-38.

ALLEY, T. R. Competition theory, evolution, and the concept of an ecological niche. **Acta Biotheor**, 31, p. 165-179, 1982.

ALMOULOUD, S. A. **Fundamentos da Didática da Matemática**. Curitiba: Editora da UFPR, 2007.

ARAÚJO, A. J. O ensino de álgebra no Brasil e na França: Estudo sobre o ensino de equações do 1º grau à luz da Teoria Antropológica do Didático. 2009. **Tese** (Doutorado em Educação) Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE), 2009.

ARTIGUE, M. G., R.; LABORDE, G.; TAVIGNOT, T. **Vingt ans de didactiques des mathématiques en France**. Paris: Pensée Sauvage, 1993.

ASTOLFI, J. P. **La saveur des savoirs. Disciplines et plaisir d'apprendre**. Paris: Presses universitaires de France, 2008.

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Campinas: Papirus, 1990.

ATAÍDE, M. C. E.; SILVA, M. G. L.; DANTAS, J. M. Experimentos nos Livros Didáticos: aspectos relacionados à segurança e os rejeitos químicos. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, 4, n. 3, p. 61-78, 2009.

AVANZINI, G. À propos de la didactique. Didactique et didactiques aujourd'hui. **Revue Binet-Simon**, 606, 1986.

AYSEGUL, S. A.; SELAHATTIN, A. Mathematical models in physics: A study with prospective physics teacher. **Scientific Research and Essays**, 5, n. 7, p. 634-640, 2010.

BAILEY, K. D. **Methods of social research**. New York: Free Press, 1982.

BARBER, B.; TOMERA, A. Is ecology being taught in general biology classrooms? A survey of Illinois teachers. **School Science and Mathematics**, 85, n. 4, p. 285-297, 1985.

BARBOSA, M. M.; OLIVEIRA, J. L. F.; MENDONÇA, V. A.; RODRIGUES, M. F. Ensino de ecologia e animais sinantrópicos: relacionando conteúdos conceituais e atitudinais. **Ciência & Educação (Bauru)**, 20, n. 2, p. 315-330, 2014.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARNES, B. R.; RICHBURY, J. R. Anthropology and environmental education. **Journal of Biological Education**, 5, n. 2, p. 1-3, 1973.

BARRET, G. W.; MABRY, K. Twentieth-Century Classic Books and Benchmark Publications in Biology. **BioScience**, 52, n. 3, p. 282-286, 2002.

BATISTA, A. A.; ROJO, R. Livro didático de língua portuguesa, letramento e cultura da escrita. **Revista Portuguesa de Educação**, 17, n. 2, p. 307-319, 2004.

BATISTETI, C. B.; ARAUJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J. Os experimentos de Griffith no ensino de biologia: A transposição didática do conceito de transformação nos livros didáticos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, 12, n. 1, p. 83-100, 2010.

BATSYN, V. K.; BUTYAGINA, K. L. **Formation of the market of textbooks in the Russian Federation: The role of Education Innovation Projec**. Moscou: Logos, 2005.

BECHER, T.; TROWLER, P. R. **Academic tribes and territories: Intellectual enquiry and the culture of the disciplines**. Berkshire: Open University Press, 2001.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de Indivíduos a Ecosistemas** 4ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2007.

BELL, G.; LECHOWICZ, M. J.; WATERWAY, M. The scale of local adaptation in forest plants. **Special Publication-British Ecological Society**, 14, p. 117-138, 2001.

BELL, G.; LECHOWICZ, M. J.; WATERWAY, M. The comparative evidence relating to functional and neutral interpretations of biological communities. **Ecology**, 87, n. 6, p. 1378-1386, 2006.

BENEDEN, V. **Les Commensaux et les parasites dans le règne animal**. Paris: G. Baillièrre, 1878.

BERNE, R. C. The local community as a laboratory for global understanding. *In*: OPIE, J. F. D. J. (Ed.). **Environmental education progress toward a sustainable future**. Ohio: The North American Association For Environmental Education, 1986.

BERTRAND, Y. HOUSSAYE, J. Pédagogie and didactique: An incestuous relationship. **Instructional Science**, 27, p. 33-51, 1999.

BERZAL, M. P.; BARBERÁ, O. Ideas sobre el concepto biológico de población. **Enseñanza de las ciencias : revista de investigación y experiencias didácticas**, 11, n. 2, p. 140-159, 1993.

BIRCH, L. C. The Meanings of Competition. **The American Naturalist**, 91, n. 856, p. 5-18, 1957.

BITTAR, M. A Teoria Antropológica do Didático como ferramenta metodológica para análise de livros didáticos. *Zetetike*, 25, n. 3, p. 364-387, 2017.

BITTENCOURT, C. **O saber histórico na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 1997.

BIZZO, N. M. V. Ensino de Evolução e História do Darwinismo. 1991. **Tese** (Doutorado em Educação) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BLYSTONE, R. V. Biology learning based on illustrations. *In*: ROSEN, W. G. (Ed.). **High school biology today and tomorrow**. Washington, DC: National Academy Press, 1989. p. 155-164.

BOLIGIAN, L. A Transposição Didática do Conceito de Território no Ensino de Geografia. 2003. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2003.

BORCHELT, R. K-12 biology teaching in need of reform. *Physiologist*, 34, n. 2, p. 46-47, 1991.

BRADSHAW, A. D. The importance of evolutionary ideas in ecology and vice versa. *In*: SHORROCKS, B. (Ed.). **Evolutionary Ecology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1984. p. 1-25.

BRANDO, R. F. Proposta didática para o ensino médio de biologia: as relações ecológicas no cerrado. 2010. **Tese** (Doutorado em Educação para a Ciência) Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

BRASIL, Presidência da República. **Decreto Lei n. 1.006, de 30 de dezembro de 1938**. Estabelece as condições de produção, importação e utilização do livro didático. Brasília: DF. Câmara dos Deputados. Disponível em: <<https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/150523-estabelece-as-condicoes-de-producao-importacao-e-utilizacao-do-livro-didatico.html>>. Acesso em: 12 set. 2020.

BRASIL, Presidência da República. **Lei n. 10.753, de 30 de outubro de 2003**. Institui a Política Nacional do Livro. Brasília: DF. Câmara dos Deputados. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.753.htm>. Acesso em: 27 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF, 2006.

BUENO, J. P. P. Objetos que ensinam em museus: análise do diorama do Museu de Zoologia da USP na perspectiva da praxeologia. 2015. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-14012016-112816/>.

CARDOSO, A. C. G. A didática e suas contribuições para a prática docente. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, 5, n. 8, p. 5-17, 2021.

CARRICK, T. More textbooks for first examinations in biology. **Journal of Biological Education**, 16, n. 4, p. 253-264, 1982.

CARVALHO, F. C.; SANTOS, A. S.; MELO, A. V.; NASCIMENTO, G. C. M. Conhecimentos prévios de estudantes do ensino fundamental sobre conceitos básicos de ecologia. *In: V ENEBIO e II EREBIO Regional 1*, 2014, Rio de Janeiro. **Anais do V ENEBIO e II EREBIO Regional 1**, 2014, p. 1992-2003.

CARVALHO, G. S. A. Transposição Didática e o Ensino de Biologia. *In: CALDEIRA, A. M. A. ARAUJO, E. S. N. N. (Ed.). Introdução à Didática da Biologia*. São Paulo: Escrituras, 2009. p. 45-74.

CASTRO, R. A. OLIVEIRA, N. Número fracionário: Estudo histórico, epistemológico e da transposição didática. **Revista de Educação**, 12, n. 13, p. 59-59, 2009.

CELLARD, A. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 2008.

CEROVSKY, J. **Instructional resources for environmental education**. Paris: UNESCO, 1977.

CHAACHOUA, H. C., C. **L'analyse du rôle des manuels dans l'approche anthropologique**. p.771-789. 2010.

CHASE, J. M.; LEIBOLD, M. A. **Ecological niches: Linking classical and contemporary approaches**. Chicago: University of Chicago Press, 2003.

CHERIF, A. H. Barriers to Ecology Education in North American High Schools Another Alternative Perspective. **The Journal of Environmental Education**, 23, n. 3, p. 36-46, 1992.

CHERRETT, J. M. **Key concepts: the results of a survey of our members' opinions**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1989.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 1991.

CHEVALLARD, Y. Concepts fondamentaux de la didactique: Perspectives apportées par une approche anthropologique. **Publications mathématiques et informatique de Rennes**, n. S6, p. 160-163, 1992.

CHEVALLARD, Y. **Ostensifs et non-ostensifs dans l'activité mathématique**. Actes du Séminaire pour l'année 1993-1994, p. 190-200, 1994.

CHEVALLARD, Y. **Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques: l'approche anthropologique**, 1998. Disponível em http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=27&var_recherche=Analyse+ Acesso em outubro 2021.

CHEVALLARD, Y. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches en Didactiques des Mathématiques**, 19, n. 2, p. 221-266, 1999.

CHEVALLARD, Y. B., M.; GASCÓN, J. **Estudiar Matemáticas: El eslabón perdido entre la enseñanza e el aprendizaje**. Barcelona: Editorial Horsori, 1997.

CHEVALLARD, Y.; BOSCH, M. La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs: Objet d'étude et problématique. **Recherches En Didactique Des Mathématiques**, 19, n. 1, p. 77-124, 1999.

CHOPPIN, A. **Les manuels scolaires: histoire et actualité**. Paris: Hachette Éducation, 1992.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, 30, n. 3, p. 549-566, 2004.

CISSÉ, B. Étude épistémologique et didactique de l'utilisation du vecteur en mathématiques et en physique: lien entre mouvement de translation et translation mathématique. 2007. **Tese** (Doutorado em Ensino de Matemática) Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 2007.

CLARK, J. S. Beyond neutral science. **Trends in Ecology & Evolution**, 24, p. 8-15, 2009.

CLARK, J. S. DIETZE, M.; CHAKRABORTY, S.; AGARWAL, P. K.; IBANEZ, I.; LADEAU, S.; WOLOSIN, M. Resolving the biodiversity paradox. **Ecology Letters**, 10, p. 647-659, 2007.

CLARK, J. S.; LADEAU, S.; IBANEZ, I. Fecundity of trees and the colonization-competition hypothesis. **Ecological Monographs**, 74, p. 415-442, 2004.

COIMBRA, D.; JUNIOR FREIRE, O. A segunda lei da termodinâmica nos livros do ensino superior. In: XVIII EPEF, 2020, Florianópolis (SC). **Anais do XVIII EPEF**, Florianópolis (SC), p. 1350-1358, 2020.

CORRÊA, A. L.; NUNES, P. S.; CALDEIRA, A. M. A.; CAVASSAN, O. Proposta de aproximação entre o EVO-DEVO e a teoria da construção de nicho: Perspectiva histórico-epistemológica para o ensino de biologia. In: V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia, 2011, Londrina (PR). **Anais do V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia**, Londrina (PR), p. 1-10, 2011.

CORTEZ, M. T. J.; HEITOR, B. C.; JUNIOR NASCIMENTO, A. F. O projeto de trilha - Um diálogo entre o museu de história natural, o PIBID de biologia da UFLA e as escolas públicas do município de Lavras, MG. In: V ENEBIO e II EREBIO Regional 1, 2014, Rio de Janeiro. **Anais do V ENEBIO e II EREBIO Regional 1**, Rio de Janeiro, p. 5399-5410, 2014.

COWLES, H. C. **The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan**. Chicago: The University of Chicago Press, 1899.

D'ÁVILA, C. M. Didática lúdica: saberes pedagógicos e ludicidade no contexto da educação superior. **Revista Entreideias: educação, cultura e sociedade**, 3, n. 2, p. 87-100, 2014.

DARWIN, C. R. **On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life** London: John Murray, 1859.

DE ASSIS, D. C. M.; JURASZECK, C. O Conteúdo de Ecologia nos Livros Didáticos do Ensino Médio Aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012. **Revista Ensino & Pesquisa**, 14, n. 1, p. 25-34, 2016.

DE JONG, T. Computer simulations. Technological advances in inquiry learning. **Science**, 312, n. 5773, p. 532-533, 2006.

DE VECCI, G.; GIORDAN, A. **L'enseignement scientifique : comment faire pour que "ça marche"?** Paris: Delagrave, 2002.

DIAMOND, J. M. Niche shifts and the rediscovery of interspecific competition. **American Scientist**, 66, n. 3, p. 322-331, 1978.

DUTRA, E. F. Companhia Editora Nacional: Tradição Editorial e Cultura Nacional no Brasil dos anos 30. *In: I Seminário Brasileiro sobre o Livro e História Editorial*, Rio de Janeiro, 2004. **Anais do I Seminário Brasileiro sobre o Livro e História Editorial**, Rio de Janeiro, p. 1-22, 2004.

EHRlich, P. Population biology, conservation biology and the future of humanity. **BioScience**, 37, n. 10, p. 757-761, 1987.

ELTON, C. S. **Animal Ecology**. New York: The Macmillan Company, 1927.

ESIObU, G. O.; SOYIBO, K. . Effects of concept and vee mappings under three learning modes on students' cognitive achievement in ecology and genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, 32, n. 9, p. 971-995, 1995.

FARIAS, G. B. A Disciplina Escolar História Natural em Pernambuco e os Livros Didáticos de Valdemar de Oliveira (1939-1965). 2020. **Tese** (Doutorado em Educação) Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE), 2020.

FARRE, J. B.; SALFATE, L. E.; GELLERT, U. The mathematical impoverishment of recommendations for teaching in official physics textbooks at high-school level. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas**, 35, n. 1, 2017.

FATH, B. D. **Encyclopedia of Ecology**. Amsterdã: Elsevier 2015.

FAVORETTI, V.; SILVA, V. V.; LIMA, R. A. O ensino de ecologia: uma análise de sua abordagem em escolas de ensino médio entre 2008-2018. **ACTIO: Docência em Ciências**, 5, n. 1, p. 1-18, 2020.

FERNANDES, A. T. C. Livros didáticos em dimensões materiais e simbólicas. **Educação e Pesquisa**, 30, n. 3, p. 531-545, 2017.

FERRARI, M.; CHI, M. T. H. The nature of naive explanations of natural selection. **International Journal of Science Education**, 20, n. 10, p. 1231-1256, 1998.

FERRARO, J. L. S. Análise De Conteúdo Sobre O Conceito De Nicho Ecológico: O Que Dizem Os Livros Didáticos? **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, 8, n. 5, p. 35-50, 2017.

FERREIRA, A. M.; SOARES, C. A. A. A. Aracnídeos peçonhentos: análise das informações nos livros didáticos de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, 14, n. 2, p. 307-314, 2008.

FILHO, F. H. C.; JUNIOR NASCIMENTO, A. F. A contribuição de Fleck, Bachelard e Kuhn para a formação de professores: Uma análise de trabalhos desenvolvidos para o ensino de ecologia. *In*: VI ENEBIO e VIII EREBIO Regional 3, 2016, Rio de Janeiro. **Anais do VI ENEBIO e VIII EREBIO Regional 3**, Rio de Janeiro, p. 5155-5166, 2016.

FONSECA, A. L. C.; TARTAROTTI, E. Análise Praxeológica de Atividades sobre Polialelia e Grupos Sanguíneos no Livro Didático de Biologia. *In*: XI ENPEC, 2017, Florianópolis (SC). **Anais do XI ENPEC**, Florianópolis (SC), p. 1-10, 2017.

FORBES, S. A. On some interactions of organisms. **Illinois State Laboratory of Natural History Bulletin**, 1, p. 3-17, 1880.

FORBES, S. A. The lake as a microcosm. **Bulletin of the Peoria Scientific Association**, p. 77-87, 1887.

FREIRE, C. C.; DE CASTRO, R. G.; MOTOKANE, M. T. O conceito de interações ecológicas em livros didáticos de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 9, n. 2, p. 131-148, 2016.

GASCÓN, J. La necesidad de utilizar modelos en didáctica de las matemáticas. **Educación Matemática Pesquisa**, 5, n. 2, p. 11-37, 2003.

GAUSE, G. F. **The struggle for existence**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1934.

GAUTHIER, B. **Recherche sociale: de la problématique à la collecte des données**. Québec: Presses de l'Université du Québec, 1984.

GÉRARD, F. M.; ROEGIERS, X. **Des manuels scolaires pour apprendre: Concevoir, évaluer, utiliser**. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur, 2009.

GIL, A. C. **Didática do Ensino Superior**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GIORDAN, A. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, 10, p. 43-49, 1999.

GIORDAN, A.; LEGRAND, L. L'élève et/ou les connaissances scientifiques: Approche didactique de la construction des concepts scientifiques par les élèves. **Revue française de pédagogie**, 73, p. 83-84, 1983.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: Tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, 35, n. 4, p. 65-71, 1995.

GOLDSMITH, E. **The Way: An Ecological World-View**. Geórgia: University of Georgia Press, 1992.

GOMES, F. O.; MARANDINO, M. Identificando a praxeologia de atividades de campo: Estudo do processo de ensino e aprendizagem na formação de professores. *In*: VI ENEBIO e

VIII EREBIO Regional 3, 2016, Rio de Janeiro. **Anais do VI ENEBIO e VIII EREBIO Regional 3**, Rio de Janeiro, p. 3994-4005, 2016.

GOMES, F. O.; MARANDINO, M. As consequências da ação do monitor em uma atividade de campo na formação de professores: uma abordagem praxeológica. *In*: XI ENPEC, 2017, Florianópolis (SC). **Anais do XI ENPEC**, Florianópolis, p. 1-9, 2017.

GOMES, M. M.; SELLES, S. E.; LOPES, A. C. Currículo de Ciências: estabilidade e mudança em livros didáticos. **Educação e Pesquisa**, 39, n. 2, p. 477-492, 2009.

GONDIN, C. M. M.; MACHADO, V. M. Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos. *In*: X ENPEC, 2015, São Paulo. **Anais do X ENPEC**, São Paulo, p. 1-8, 2015.

GONDIN, C. M. M.; MACHADO, V. M.; DELGADO, J. S. G. A formação de professores com vistas a prática didática e a praxeologia no ensino e ciências. *In*: VII ENEBIO e I EREBIO Regional Norte, 2018, Belém. **Anais do VII ENEBIO e I EREBIO Regional Norte**, Belém, p. 3361-3368, 2018.

GOUVEIA, V.; SANTOS, P. J. S. O Estudo De Modelos Atômicos E Sua Relação Com A Espectroscopia No Ensino Médio: Uma Análise Praxeológica Dos Livros De Física Do PNL D 2018. *In*: XVIII EPEF, 2020, Florianópolis (SC). **Anais do XVIII EPEF**, Florianópolis, p. 1376-1383, 2018.

GRIESEMER, J. Niche: Historical perspectives. *In*: KELLER, E. F.; LLOYD, E. A. (Ed.). **The keywords in evolutionary biology**. Cambridge: Harvard University Press, 1992. p. 231-240.

GRINNELL, J. The niche-relationships of the California Thrasher. **The Auk**, 34, p. 427-433, 1917.

GRINNELL, J. Geography and Evolution. **Ecology**, 5, n. 3, p. 225-229, 1924.

GRINNELL, J. Presence and Absence of Animals. *In*: GRINNELL, J. (Ed.). **Joseph Grinnell's Philosophy of Nature: Selected Writings of a Western Naturalist**. Berkeley: University of California Press, 1928. p. 195-216.

GRINNELL, J. S., H. S. **An Account of the Birds and Mammals of the San Jacinto Area of Southern California with Rewards upon the Behavior of Geographic Races on the Margins of their Habitats**. Berkeley: University of California Press, 1917.

HAECKEL, E. H. P. A. **Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanische Begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie**. Berlin: Georg Reimer, 1866.

HALLEWELL, L. **O livro no Brasil: sua história**. 3 ed. São Paulo: EDUSP, 2012.

HARPER, G. H. Why not abolish ecology? **Journal of Biological Education**, 16, n. 2, p. 123-127, 1982.

HENRIQUES, A.; ATTIE, J. P.; FARIAS, L. M. S. Referências teóricas da didática francesa: análise didática visando o estudo de integrais múltiplas com auxílio do Maple. **Educação Matemática Pesquisa**, 9, n. 1, p. 51-81, 2007.

HENRIQUES, A.; NAGAMINE, A.; NAGAMINE, C. M. L. Reflexões sobre análise institucional: o caso do ensino e aprendizagem de integrais múltiplas. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, 26, n. 44, p. 1261-1288, 2012.

HUBBELL, S. P. **The unified neutral theory of biodiversity and biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 2001.

HUBBELL, S. P. Neutral Theory and the Evolution of Ecological Equivalence. **Ecology**, 87, n. 6, p. 1387-1398, 2006.

HURD, P. A new commitment to students. **The American Biology Teacher**, 51, n. 6, p. 341-345, 1989.

HUTCHINSON, G. E. Concluding Remarks. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**. 22, p. 415-427, 1957.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se a mudança e a incerteza**. 9 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

JOTTA, L. A. C. V. A linguagem verbal em livros didáticos de Biologia. **Revista Acta Scientiae**, 10, n. 1, p. 119-133, 2008.

JUNIOR MARIANI, R. O ESTUDO DE ECOLOGIA NO ENSINO MÉDIO: uma proposta metodológica alternativa. 2008. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

JÚNIOR MONTEIRO, F. N.; MEDEIROS, A. Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. **Ciência & Educação (Bauru)**, 5, n. 2, p. 1-14, 1998.

KATO, D. S.; MOTOKANE, M. T.; FERREIRA, J. H. A. O ensino de ecologia: uma análise dos temas dos artigos científicos publicados entre 2003-2011. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 1827-1832, 2013.

KLOMP, H. The concepts “similar ecology” and “competition” in animal ecology. **Archives Néerlandaises de Zoologie**, 14, p. 90-102, 1961.

KRIPPENDORFF, K. **Content analysis: An introduction to its Methodology**. London: Sage, 1980.

LACOMBE, D. Didactique. **Encyclopedia universalis**, 6, p. 113-114, 1985.

LACREU, L. I. Ecologia, Ecologismo e Abordagem Ecológica no Ensino de Ciências Naturais: Variações sobre o Tema. In: WEISSMAN, H. (Ed.). **Didática das Ciências Naturais: Contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 53-76.

- LAJOLO, M. P. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, 16, n. 69, p. 2-9, 1996.
- LEGENDRE, R. **Dictionnaire Actuel de l'Éducation**. Montréal: Guérin. p. 411-416. 2005.
- LE GOFF, J. **História e Memória**. São Paulo: UNICAMP, 2013.
- LEIGH, E. G. Neutral theory: A historical perspective. **Journal of Evolutionary Biology**, 30, p. 2075-2091, 2007.
- LENOIR, Y. La notion de transdisciplinarité: Quelle pertinence? **Revista Pensamiento educativo**, 33, p. 281-306, 2003.
- LEVIN, F. S.; LINDBECK, J. S. An analysis of selected biology textbooks for the treatment of controversial issues and biosocial problems. **Journal of Research in Science Teaching**, 16, n. 3, p. 199-203, 1979.
- LIEBIG, J. V. **Traité de Chimie Organique**. Bruxelles: A. Wahlen, 1841.
- LIGNANI, L. B.; AZEVEDO, M. J. C. “Casa” de quem? História Ambiental e o ensino de Ecologia. *In: IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia (MG). Anais do IX ENPEC, Águas de Lindóia (MG), 2013.*
- LIMA, C. C. B.; FILHO, P. A. L. Análises dos livros didáticos de biologia do ensino médio: Um olhar sobre o conteúdo de carboidratos. *In: III CONEDU, 2016, Natal (RN). Anais do III CONEDU, Natal, p. 10-22, 2016.*
- LISOWSKI, M. D. The effect of field based learning experience on students' understanding of selected ecological concepts. 1987. **Tese** (Doutorado em Educação) Ohio State University, Ohio, 1987.
- LOGUERCIO, R. Q.; SAMRSLA, V. E. E.; DELPINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. **Química Nova**, 24, n. 4, p. 557-562, 2001.
- LOPES, A. C. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.
- LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. **Química Nova**, 20, n. 5, p. 563-568, 1997.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.
- MACARTHUR, R.; LEVINS, R. The Limiting Similarity, Convergence, and Divergence of Coexisting Species. **The American Naturalist**, 101, n. 921, p. 377-385, 1967.
- MACHADO, R. F.; EL-HANI, C. N.; LOULA, A. C.; CARNEIRO, M. C. L.; REIS, V. P. G. S.; SEPULVEDA, C. A. S. Aplicação do jogo eletrônico Calangos no ensino do conceito de nicho ecológico. *In: V ENEBIO e II EREBIO Regional 1, 2014, Rio de Janeiro. Anais do V ENEBIO e II EREBIO Regional 1, Rio de Janeiro, p. 6588-6598, 2014.*

MACHADO, V. La Formación Docente en Ciencias/Biología y la Organización Praxeológica. **Revista de Educación en Biología**, 17, n. 2, p. 9-15, 2014.

MACHADO, V. M. Contribuições dos momentos de estudo para o ensino de ciências/biologia segundo a Teoria Antropológica do Didático. *In: X ENPEC, 2015, São Paulo. Anais do X ENPEC*, São Paulo, p. 1-8, 2015.

MACIEL, E. A.; GULLICH, R. I. C.; LIMA, D. O. Ensino de ecologia: concepções e estratégias de ensino. **VIDYA**, 38, n. 2, p. 21-36, 2018.

MALHEIROS, B. T. **Metodologia da pesquisa em educação**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MALLÉN, I. R.; DOMÍNGUEZ, P.; MIR, L. C.; MARTINEZ, M. O.; GARCÍA, V. R. Applied research in Ethnoecology: Field experiences. **Revista de Antropología Iberoamericana**, 7, n. 1, p. 9-30, 2012.

MANZANAL, R. F.; JIMÉNEZ, M. C. La enseñanza de la ecología : un objetivo de la educación ambiental. **Enseñanza de las ciencias : revista de investigación y experiencias didácticas**, 13, n. 3, p. 295-311, 1995.

MARGALEF, R. **Ecología**. Barcelona: Editorial Omega, 1974.

MARGALEF, R. Stability and change in complex systems. *In: ELSKENS, A. S. VIGNERON, J. (Ed.). Étude et gestion du système marin*. Bruxelles: Louvain-la-Neuve, 1977. p. 238-262.

MCCLAREN, M. The problem of curriculum infusion in environmental education. *In: DISINGER, J. F. (Ed.). Environmental education information report - Trends and issues in environmental education: EE in school curricula*. Columbus: ERIC/SMEAC, 1987. p. 51-57.

MCDONALD, C. V. Evaluating Junior Secondary Science Textbook Usage in Australian Schools. **Research in Science Education**, 46, p. 481-509, 2016.

MEIRIEU, P. **L'envers du tableau** Paris: ESF éditeur, 1993.

MELO, A. C. S. "Transposição Didática do Modelo de Huygens: uma proposta para a física escolar". 2010. **Tese** (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. 3 ed. São Paulo: AJS, 2016.

MICHAELIS. **Moderno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Pedagogia. Disponível em : <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>>. Acesso em : 25 fev. 2021.

MINAYO, M. C. D. S. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 6 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1996.

MOBIUS, K. A. **Die Auster und die Austernwirtschaft**. Berlin: Hempte & Parey, 1877.

MOTOKANE, M. T.; TRIVELATO, S. L. F. Reflexões sobre o Ensino de Ecologia no Ensino Médio. *In: II ENPEC, 2017, Valinhos (SP). Anais do II ENPEC, Valinhos, 2017.*

MUNAKATA, K. O livro didático: alguns temas de pesquisa. **Revista Brasileira de História da Educação**, 12, n. 3, p. 179-197, 2012.

MUNSON, B. H. Ecological Misconceptions. **The Journal of Environmental Education**, 25, n. 4, p. 30-34, 1994.

NASCIMENTO, L. E. A. B.; TEIXEIRA, F. M. O ensino dos cordados nas perspectivas evolutiva e filogenética em livros didáticos do ensino médio. *In: XI ENPEC, 2017, Florianópolis (SC). Anais do XI ENPEC, Florianópolis, 2017.*

NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. Elementos composicionais do texto de genética no livro didático de ciências. **Alexandria**, 2, p. 3-25, 2009.

NÉBIAS, C. Formação dos conceitos científicos e práticas pedagógicas. *In: IX Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 1998, Águas de Lindóia (SP). Anais do IX Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, Águas de Lindóia, p. 133-140, 1998.*

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação (Bauru)**, 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

NEVANPAA, T.; LAW, N. Pupil's ecological reasoning with help of modeling tool 2006, Pupil's ecological reasoning with help of modeling tool. *In: 5th International Conference on Interaction Design and Children, 2006, Tampere, Finlândia. Proceeding of the 5th International Conference on Interaction Design and Children, Tampere, p. 41-44, 2006.*

NEYRET, R. Contraintes et déterminations des processus de formation des enseignants: nombres décimaux, rationnels et réels dans les instituts universitaires de formation des maîtres. 1995. **Tese (Doutorado em Educação) Université Joseph Fourier, Grenoble, 1995.**

NGUYEN, A. Q. Les apports d'une analyse didactique comparative de la résolution des équations du second degré dans l'enseignement secondaire au Vietnam et en France. 2006. **Tese (Doutorado em Educação) Université Joseph Fouier, Grenoble, 2006.**

NIKONOVA, E. I.; SHARONOV, I. A.; SOROKOUMOVA, S. N.; SUVOROVA, O. V.; SOROKOUMOVA, E. A. Modern Functions of a Textbook on Social Sciences and Humanities as an Informational Management Tool of University Education. **International Journal of Environmental and Science Education**, 11, n. 10, p. 3764-3774, 2016.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, 33, n. 1, p. 1-11, 2003.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1988.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. Massachusetts: Cengage Learning, 2006.

ODUM, E. P.; OTTENWAELDER, C. G. **Ecologia**. Interamericana, 1972.

OLIVEIRA, J. L. F. **A política do livro didático**. 2 ed. São Paulo: Editora da Unicamp, 1984.

OLIVEIRA, T. E. Adoção de inovações didáticas no ensino universitário de física na perspectiva de transposições praxeológicas. 2019. **Tese** (Doutorado em Ensino de Física) -, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

PAINE, R. T. Food web complexity and species diversity. **American Naturalist**, 100, n. 910, p. 65-75, 1966.

PARK, T. Experimental Studies of Interspecies Competition between populations of the flour beetles, *Tribolium confusum* Duval and *Tribolium castaneum* Herbst. **Ecological Monographs**, 18, p. 265-308, 1948.

PERCHERON, F.; ESPINOSA, T.; ARAÚJO, I. Reinterpretação das condições prévias à decisão de inovar à luz da Teoria Antropológica do Didático. *In*: XVIII EPEF, 2020, Florianópolis (SC). **Anais do XVIII EPEF**. Florianópolis, p. 1269-1276, 2020.

PERELMAN, L. J. **The global mind: Beyond the limits to growth**. New York: Mason/Charter, 1976.

PÉREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. de. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, 38, n. 3, p. 727-741, 2012.

PIASI, L. P.; PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de 'encontrar erros em filmes'. **Educação e Pesquisa**, 35, n. 3, p. 525-540, 2009.

PIÑEROS, J. R. O ensino da ecologia a partir de uma perspectiva sociocultural: Uma proposta didática. 2016. **Dissertação** (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) -, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

PINHO, J. A.; PINHEIRO, T. F.; PIETROCOLA, M. A eletrostática como exemplo de transposição didática. *In*: PIETROCOLA, M. (Ed.). **Ensino De Física: Conteúdo, Metodologia E Epistemologia Numa Concepção Integradora**. Florianópolis: Editora UFSC, 2001. p. 1-24.

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

POCHEVILLE, A. The Ecological Niche: History and Recent Controversies. *In*: HEAMS, T. H., P.; LECOINTRE, G.; SILBERSTEIN, Marc. (Ed.). **Handbook of Evolutionary Thinking in the Sciences**. New York: Springer, 2015. p. 547-586.

POZZER, L. L.; ROTH, W. M. Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. **Journal of Research in Science Teaching**, 40, n. 10, p. 1089-1114, 2003.

PRO CHEREGUINI, C.; PRO BUENO, A. ¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de tecnología en 3º ESO. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 8, n. 2, p. 149-170, 2011.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

PROETTI, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen**, 2, n. 4, p. 1-23, 2018.

PURVES, A. C. Introduction. *In*: JOHNSON, E. B. (Ed.). **Textbooks in the kaleidoscope. A critical survey of literature and research on educational texts**. New York: Oxford University Press, 1993. p. 13–17.

QUESADO, L. B. Interações Ecológicas nos Livros Didáticos do Ensino Médio. 2009. **Monografia** (Especialização em Ensino de Ciências) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

REECE, J. B.; WASSERMAN, S. A.; URRY, A. L.; CAIM, M. L.; MINORSKY, P. V.; JACKSON, R. B. **Biologia**. Porto Alegre: Artmed, 2015.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2017.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

RICKLEFS, R. E.; RELYEA, R. . **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guabanara Koogan, 2016.

ROSENTHAL, D. B. Evolution in high school biology textbooks. **Science Education**, 69, n. 5, p. 637-648, 1985.

ROTTESTEINER, S. Structure, function and readability of new textbooks in relation to comprehension. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 2, n. 2, p. 3892-3898, 2010.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira De História & Ciências Sociais**, 1, n. 1, p. 1-15, 2009.

SANTOS, V. R.; MARANDINO, M. Biodiversidade e dioramas: Um estudo sobre as abordagens de interação do público sobre a perspectiva da praxeologia. *In*: VII ENEBIO e I EREBIO Regional Norte, 2018, Belém (PA). **Anais do VII ENEBIO e I EREBIO Regional Norte**, Belém, p. 5180-5189, 2018.

SAVIANI, D. **História das idéias pedagógicas no Brasil**. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2007.

SCHIVANI, M. Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional. 2014. **Tese** (Doutorado em Educação) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SCHOENER, T. W. The ecological niche. *In*: CHERRETT, J. M. (Ed.). **Ecological concepts: The contribution of ecology to an understanding of the natural world**. Cambridge: Blackwell Scientific Publications., 1989.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. O ensino de ecologia e a experiência estética no ambiente natural: considerações preliminares. **Ciência & Educação (Bauru)**, 15, n. 2, p. 393-412, 2009.

SILVA, A. E. O. Transposição Didática: A Química dos Óleos Lubrificantes. 2011. **Monografia** (Graduação Licenciatura em Química) -, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SILVA, D. C.; QUADROS, A. L.; AMARAL, L. O. F. Os metais e a ligação metálica na dinâmica dos livros didáticos. *In*: VII ENPEC, 2009, Florianópolis (SC). **Anais do VII ENPEC**. Florianópolis, 2009.

SILVA, D. L.; CARNEIRO, M. H. A conservação da natureza em livros didáticos de Biologia. *In*: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, São Paulo. **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, p. 1-8, 2013.

SILVA, D. L.; CARNEIRO, M. H. Biodiversidade, conservação e sustentabilidade no livro didático de Biologia no Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, 5, n. 1, p. 76-97, 2014.

SILVA, H. L.; HENRIQUES, A.; SERÔDIO, R. P. F. Análise Praxeológica de Funções Trigonométricas em um Livro Didático do Ensino Médio. **Revista EDUMAT**, 10, n. 22, p. 409-431, 2017.

SILVA, K. S.; FONSECA, L. S.; SILVA, L. P.; CARVALHO, E. F. Proposta de Análise Praxeológica de Noções de Química em Documentos Oficiais e Livros Didáticos. **Ciência & Educação (Bauru)**, 26, p. 1-12, 2020.

SILVA, P. N. Situações-problema na abordagem do conteúdo cinética química: uma análise à luz da teoria antropológica do didático. 2019. **Dissertação** (Mestrado em Educação) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVA, P. N.; NETO SIMOES, J. E.; LIMA, A. P. A. B. Uma Revisão sobre a Transposição Didática e a Teoria Antropológica do Didático no Ensino das Ciências. *In*: XII ENPEC, 2019, Natal (RN). **Anais do XII ENPEC**. Natal, p. 1-9, 2019.

SILVA, R. C.; CARVALHO, M. A. **Livro didático como instrumento de difusão de ideologias e o papel do professor intelectual transformador**. Destinatário: http://www.leg.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/eventos/evento2004/GT.2/GT2_24_2004. 2004.

SIMBERLOFF, D. Using island biogeographic distributions to determine if colonization is stochastic. **American Naturalist**, 112, p. 713-726, 1978.

SKOOG, G. Does Creationism Belong in the Biology Curriculum? **The American Biology Teacher**, 40, n. 1, p. 23-29, 1978.

SLOBODKIN, L. B. Intellectual problems of applied ecology. **BioScience**, 38, n. 5, p. 337-342, 1988.

SOUSSAN, G. **Como Ensinar as Ciências Experimentais? Didática e Formação**. Brasília: UNESCO, 2003.

SOUZA, A. D. F.; MATE, H. C.; PORTO, A. P. História do uso do Livro Didático Universitário: O caso do Instituto de Química da USP. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 1336-1340, 2009.

SOUZA, W. B.; RICARDO, E. C. O uso dos momentos didáticos de Chevallard aplicados em um estudo de caso de física moderna. *In: XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2014, Maresias (SP). **Anais do XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, 2014.

SPONSEL, L. E. Cultural ecology and environmental education. **Journal of Environmental Education**, 19, n. 1, p. 31-42, 1987.

STRATI, A. "Aesthetic understanding of organizational life". **Academy of Management Review**, 17, n. 3, p. 568-581, 1992.

STRAY, C. Quia nominor leo: Vers une sociologie historique du manuel. **Histoire de l'éducation**, 58, p. 71-102, 1993.

STRONG, D. R. Null hypotheses in ecology. **Synthese**, 43, p. 271-285, 1980.

STUART, J. An identification of life science concepts in selected secondary school science textbooks. . **School Science and Mathematics**, 82, n. 3, p. 189-200, 1982.

THOUIN, M. **Réaliser une recherche en didactique**. Montréal: Éditions Multimodes, 2014.

TOCHON, F. V. **Didactique du français**. Paris: ESF, 1990.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, 31, n. 2, p. 369-379, 2002.

VASSÃO, C. F.; SALGADO, T. D. M. A contribuição do livro didático no ensino superior: A percepção dos alunos de uma disciplina de química geral teórica. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, 8, n. 2, p. 21-40, 2018.

VENEZKY, R. L. Textbooks in school and society. *In: JACKSON, P. W. (Ed.). Handbook of research on curriculum. A project of the American Educational Research Association*. New York: Macmillan, 1992. p. 703-731.

VERCEZE, R. M. A. N.; SILVINO, E. F. M. O. O livro didático e suas implicações na prática do professor nas escolas públicas de Guajará-mirim. **Revista Práxis Educacional**, 4, n. 4, p. 83-102, 2008.

VERGNAUD, G. Didactiques et acquisitions des connaissances scientifiques. *In: Colloque de Sèvres 1987*, 1987, Paris. **Actes du Colloque de Sèvres 1987**, Paris, 1987.

VERRET, M. **Le temps des études**. Paris: Librairie Honoré Champion, 1975.

VOLK, T.; HUNGERFORD, H.; TOMERA, A. A national survey of curriculum needs as perceived by professional environmental educators. **Journal of Environmental Education**, 16, n. 1, p. 10-19, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

WANGERSKY, P. J. Evolution and the niche concept. **Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences**, 44, p. 369-376, 1972.

WANGERSKY, P. J. Lotka-Volterra population models. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 9, p. 189-218, 1978.

WEISS, I. R.; NELSON, B. H.; BOYD, S. E.; HUDSON, S. B. **Science and mathematics education briefing book**. Chapel Hill: Horizon Research, 1989.

WILSON, B. E. **From Laws to Models and Mechanisms: Ecology in the Twentieth Century**. Notre Dame: University of Notre Dame Press. 2009.

WOODWARD, A. E., D. L.; NAGEL, K. C. . Beyond textbooks in Elementary social studies. **Social Education**, 50, n. 1, p. 50-53, 1986.

YAMAZAKI, S. C. Tradição do Ensino de Física em manuais de ensino superior. 2015. **Tese** (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

YAMAZAKI, S. C.; ANGOTTI, P. J. A.; DELIZOICOV, D. Aprender como ensinar física através do livro texto de ciclo básico universitário: um fenômeno didático em questão. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, 13, n. 28, p. 5-22, 2017.

YANG, W.; LIU, C.; LIU, E. Content analysis of inquiry-based tasks in high school biology textbooks in Mainland China. **International Journal of Science Education**, 41, n. 6, p. 827-845, 2019.

ZANARDI, D. C. KNEUBIL, F. B.; PEREIRA, V. S. Organização praxeológica de saberes escolares: Uma comparação da equação de Clapeyron em livros de física e química **Investigações em Ensino de Ciências**, 18, n. 3, p. 601-620, 2013.

Anexo A – Quartetos praxeológicos das atividades relacionadas ao conceito de nicho ecológico nos manuais didáticos analisados.

Tipo de tarefa (T)	Técnica (τ)	Tecnologia (θ)	Teoria (Θ)
T₁ : Diferenciar os conceitos de hábitat e nicho.	<p>τ_1: conceituar hábitat;</p> <p>τ_2: conceituar nicho ecológico;</p> <p>τ_3: identificar e diferenciar as particularidades relacionadas a ambos os conceitos.</p>	<p>θ_1: “Os habitats são distinguidos por notáveis características físicas, frequentemente incluindo a forma predominante de vida vegetal ou, às vezes, vida animal” (RICKLEFS, 2008, p. 9).</p> <p>θ_2: “O nicho de um organismo representa o intervalo de condições que ele pode tolerar e as formas de vida que possui – isto é, seu papel no sistema ecológico” (RICKLEFS, 2008, p. 10).</p>	Θ_1 : Nicho trófico (Elton, 1927).
T₂ : Conceituar o princípio da exclusão competitiva de Gause.	θ_1 : Espécies que frequentam o mesmo hábitat não podem compartilhar o mesmo nicho ecológico.		Θ_1 : Princípio da exclusão competitiva (Gause, 1934).
T₃ : Analisar situações envolvendo a sobreposição de nichos ecológicos.	τ_1 : imaginar duas espécies que partilham o mesmo recurso em um determinado hábitat.	θ_1 : Espécies que frequentam o mesmo hábitat não podem compartilhar o mesmo nicho ecológico.	Θ_1 : Princípio da exclusão competitiva (Gause, 1934).
T₄ : Diferenciar os conceitos de nicho fundamental e nicho percebido.	<p>τ_1: conceituar nicho fundamental;</p> <p>τ_2: conceituar nicho percebido;</p> <p>τ_3: identificar as diferenças entre os dois conceitos.</p>	<p>θ_1: O intervalo de condições físicas dentro do qual as espécies podem persistir é denominado de nicho fundamental das espécies.</p> <p>θ_2: Neste intervalo de condições, os predadores, patógenos e competidores podem limitar a distribuição de uma espécie para o nicho percebido menor.</p>	Θ_1 : Nicho hipervolumétrico (Hutchinson, 1957).

Anexo A – Quartetos praxeológicos das atividades relacionadas ao conceito de nicho ecológico nos manuais didáticos analisados (*continuação*).

Tipo de tarefa (T)	Técnica (τ)	Tecnologia (θ)	Teoria (Θ)
<p>T₅: Estabelecer relações entre o conceito de nicho com o conceito de liberação ecológica.</p>	<p>τ_1: conceituar nicho ecológico; τ_2: conceituar liberação ecológica; τ_3: conceituar biodiversidade.</p>	<p>θ_1: Nicho percebido é a combinação das condições limitantes do ambiente dentro do qual os indivíduos podem persistir com a presença de competidores, predadores etc.</p> <p>θ_2: Liberação ecológica é um aumento nas densidades populacionais e distribuição de habitats de espécies em comunidades menos diversas.</p> <p>θ_3: Quanto maior a disponibilidade de nichos, maior será a diversidade de espécies a ocupá-los.</p>	<p>Θ_1: Sucessão ecológica.</p>
<p>T₆: Qual é o paralelismo existente entre nicho ecológico e fenótipo?</p>	<p>τ_1: conceituar nicho; τ_2: conceituar fenótipo; τ_3: identificar aspectos comuns em ambos os conceitos.</p>	<p>θ_1: Nicho ecológico é o papel exercido por determinado organismo em uma comunidade biológica.</p> <p>θ_2: Fenótipo é a maneira na qual o genótipo se manifesta, ele descreve a aparência ou estado de um indivíduo para uma ou várias características.</p>	<p>Θ_1: Nicho e fenótipo são reflexos de atributos intrínsecos dos organismos (MacArthur, 1967).</p>
<p>T₇: Para que serve o nicho hipervolumétrico? ele é real ou virtual?</p>	<p>τ_1: conceituar nicho hipervolumétrico; τ_2: identificar as diferenças entre o nicho real e virtual.</p>	<p>θ_1: Segundo Odum (1972) embora o nicho hipervolumétrico seja conceitualmente muito interessante, sua quantificação prática é virtualmente impossível.</p> <p>θ_2: Margalef (1977) acredita que apesar do conceito de nicho hipervolumétrico ser necessário para a ecologia teórica, este se torna supérfluo quando enxergado à luz da ecologia empírica.</p>	<p>Θ_1: Nicho hipervolumétrico (Hutchinson, 1957).</p>

Anexo A – Quartetos praxeológicos das atividades relacionadas ao conceito de nicho ecológico nos manuais didáticos analisados (*continuação*).

Tipo de tarefa (T)	Técnica (τ)	Tecnologia (θ)	Teoria (Θ)
<p>T₈: Qual seria a função mais importante do conceito de nicho ecológico para os ecólogos?</p>	<p>τ_1: identificar o objeto de estudo dos ecólogos;</p> <p>τ_2: conceituar nicho ecológico;</p>	<p>θ_1: Pinto-Coelho (2007) acredita que o nicho ecológico é uma das ferramentas mais interessantes para desvendar os processos de interação entre as espécies dentro de uma comunidade.</p>	<p>Θ_1: A definição de ecologia proposta por Haeckel (1866).</p>
<p>T₉: Quais são as "três regiões" do nicho ecológico?</p>		<p>θ_1: Ótimo de atividade é a região do recurso onde a espécie exibe as suas maiores taxas de atividade.</p> <p>θ_2: Largura ou amplitude de nicho refere-se à faixa do recurso onde a espécie pode ser encontrada e onde é capaz de explorá-lo de modo sustentável.</p> <p>θ_3: A sobreposição de nichos é definida como sendo a área de interseção de dois nichos, ou seja, a parte do recurso que é explorada efetivamente pelas duas espécies em questão.</p>	<p>Θ_1: Nicho hipervolumétrico (Hutchinson, 1957).</p>
<p>T₁₀: Quais são as propriedades aditivas dos nichos ecológicos?</p>		<p>θ_1: Os recursos podem ter uma distribuição contínua.</p> <p>θ_2: Os recursos podem ter uma distribuição descontínua.</p> <p>θ_3: Há variações entre os indivíduos de uma população, podendo estas terem uma base comportamental ou morfológica.</p> <p>θ_4: Há ritmos diários e sazonais na disponibilidade de recursos.</p>	<p>Θ_1: Nicho espacial (Grinnel, 1917).</p> <p>Θ_2: Nicho trófico (Elton, 1927).</p> <p>Θ_3: Nicho hipervolumétrico (Hutchinson, 1957).</p>