

**unesp**  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

FACULDADE DE CIÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA ÁREA DE  
CONCENTRAÇÃO: ENSINO DE CIÊNCIAS

FÚLVIA ELOÁ MARICATO

**A (RE)CONSTRUÇÃO COLETIVA DO CONCEITO DE INTERAÇÃO  
BIOLÓGICA: CONTRIBUIÇÃO PARA A EPISTEMOLOGIA DA  
BIOLOGIA E A FORMAÇÃO DE PESQUISADORES E PROFESSORES**

BAURU  
2012

FÚLVIA ELOÁ MARICATO

**A (RE)CONSTRUÇÃO COLETIVA DO CONCEITO DE INTERAÇÃO  
BIOLÓGICA: CONTRIBUIÇÃO PARA A EPISTEMOLOGIA DA  
BIOLOGIA E A FORMAÇÃO DE PESQUISADORES E PROFESSORES**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” *Campus* de Bauru – Faculdade de Ciências –, como requisito final para a obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria de Andrade Caldeira

BAURU  
2012

Maricato, Fúlvia Eloá.

A (re)construção coletiva do conceito de interação biológica : contribuição para a epistemologia da biologia e a formação de pesquisadores e professores / Fúlvia Eloá Maricato, 2012

222 f. : il.

Orientadora: Ana Maria de Andrade Caldeira

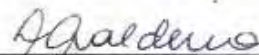
Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012

1. Epistemologia da biologia. 2. Semiótica de Pierce. 3. Conceito de interação biológica. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

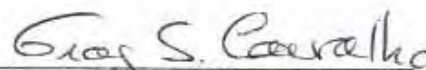
FÚLVIA ELOÁ MARICATO

**A (RE)CONSTRUÇÃO COLETIVA DO CONCEITO DE INTERAÇÃO  
BIOLÓGICA: CONTRIBUIÇÃO PARA A EPISTEMOLOGIA DA  
BILOGIA E A FORMAÇÃO DE PESQUISADORES E PROFESSORES**

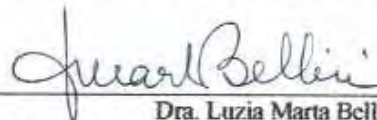
BANCA EXAMINADORA



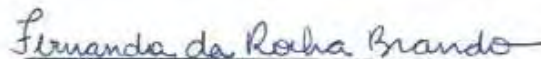
Presidente: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Maria de Andrade Caldeira  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus Bauru/SP



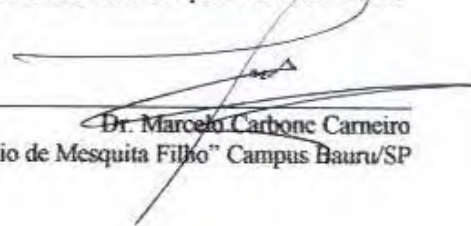
Dra. Graça Simões de Carvalho  
Universidade de Minho/Braga/Portugal



Dra. Luzia Marta Bellini  
Universidade Estadual de Maringá/Maringá/PR



Dra. Fernanda da Rocha Brando  
Universidade de São Paulo campus Ribeirão Preto/SP




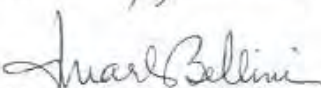
Dr. Marcelo Carbone Carneiro  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus Bauru/SP

BAURU  
2012

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE FÚLVIA ELOÁ MARICATO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.**

Aos 10 dias do mês de dezembro do ano de 2012, às 08:30 horas, no(a) Sala de videoconferência, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Profa. Dra. LUZIA MARTA BELLINI do(a) Departamento de Fundamentos Da Educação / Universidade Estadual de Maringá, Profa. Dra. FERNANDA DA ROCHA BRANDO FERNANDEZ do(a) Departamento de Biologia / Universidade de São Paulo/Ribeirão Preto, Profa. Dra. MARIA DA GRAÇA FERREIRA SIMÕES DE CARVALHO do(a) Instituto de Educação/ Universidade do Minho/Portugal, Prof. Dr. MARCELO CARBONE CARNEIRO do(a) Departamento de Ciências Humanas / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de FÚLVIA ELOÁ MARICATO, intitulada "A (re) construção coletiva do conceito de interação biológica: contribuição para a epistemologia da Biologia e a formação de pesquisadores e professores". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

  
Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA

  
Profa. Dra. LUZIA MARTA BELLINI

  
Profa. Dra. FERNANDA DA ROCHA BRANDO FERNANDEZ

  
Profa. Dra. MARIA DA GRAÇA FERREIRA SIMÕES DE CARVALHO

  
Prof. Dr. MARCELO CARBONE CARNEIRO

De acordo com o § 3º de artigo 27 do Regulamento Geral da Pós-Graduação da Unesp, a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria da Graça Ferreira Gomes de Carvalho participou da Oficina de LSE de Roteiro por ausência.

## Dedicatória

Ainda que eu falasse  
A língua dos homens  
E falasse a língua dos anjos,  
Sem amor eu nada seria.

É só o amor! É só o amor  
Que conhece o que é verdade.  
O amor é bom, não quer o mal,  
Não sente inveja ou se envaidece.

Música: Monte Castelo.

Poeta: Renato Russo/Inspirou-se na “Fala aos Coríntios” do apóstolo Paulo e no poema “Soneto 11” de Luis de Camões.

Dedico essa tese aos meus pais Aparecida e Manoel,  
Irmãos Beatriz (e Marcos) e Alexandre (e  
Adriana), sobrinhos: Guilherme,  
Henrique, Pedro, Maria Laura, Maria  
Carolina e à Tia Tota ... Por me possibilitarem  
experienciar o que é o amor ...

## **Agradecimentos**

Inicialmente declaro aqui meu sentimento de gratidão às pessoas que foram importantes nessa minha caminhada repleta de experiências boas, aprendizados singulares e alegrias permanentes. Não menos importante, meus agradecimentos às instituições que possibilitaram minha aventura pelo “caminho da ciência”. Aventura essa que faz com que eu me sinta uma “eterna aprendiz”.

- À Prof<sup>ª</sup>. Ana Caldeira que, muito além da orientação dessa tese, por meio de sua percepção aguçada, compreendeu e respeitou os meus limites e incentivou às minhas potencialidades, o que possibilitou a ampliação dos meus horizontes profissional e pessoal. Muitas vezes, no seu silêncio, disse-me muito;
- Prof<sup>ª</sup>. Graça de Carvalho, que possui a alegria como marca registrada, por ter-me orientado e acolhido no estágio “sanduích” na Universidade do Minho/Braga/Portugal, dando-me a oportunidade de aprender em muitos aspectos, além do científico e acadêmico;
- Aos Professores membros da banca de defesa dessa tese: Dra. Graça Simões de Carvalho; Dra. Luzia Marta Bellini; Dra. Fernanda da Rocha Brando e Dr. Marcelo Carbone Carneiro, pela leitura atenta, sugestões acertadas e consequente enriquecimento do meu trabalho de tese;
- Aos “meus” Professores do Programa, pela oportunidade de aprendizagem;
- As secretárias do Programa: Ana Grijo (ex saudosa secretária), Denise Barbosa Felipe (secretária atual), Andressa Castro Talon (chefe) e Gethiely Silva Gasparini, pela competência e atenção dispensada;
- Aos colegas de turma especiais: Liz Muñoz, Geisieli, Francisco Nairon, Antônio Nascimento, Jairo Gonçalves, pela convivência acadêmica saudável e amorosa;
- Aos colegas de doutorado e de profissão: Andreia Parente, André Luiz (UEM), Fabiana Hencklein, Liz Muñoz, Lourdes Justina, Sylvia Rabelo, Thais Benetti e Vanessa Pedrancini, pela convivência saudável e pelas trocas de experiências acadêmicas;
- Aos queridos: Daniele de Souza, Jairo Gonçalves, Job Ribeiro, Vinícius Sementille, pelo auxílio precioso das mais variadas formas e nos mais variados momentos da escrita dessa tese;

- Aos membros participantes do Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia nos anos de 2010 e 2011, período em que estive à frente do grupo como doutoranda. Em especial à Dr<sup>a</sup>. Fernanda da Rocha Brando, pelo apoio inicial na condução do grupo no ano de 2010 e, principalmente, aos graduandos que participaram da coleta de dados dessa tese. Agradeço ainda as pós-graduandas Talitha Palhaci e Camila Miani pela participação no GPEB;
- Aos acadêmicos do primeiro e quarto anos do curso de licenciatura integral de Ciências Biológicas da UNESP/Bauru (ano letivo: 2011), sujeitos dessa pesquisa;
- À Liz Muñoz pela amizade desinteressada, madura e saudável;
- À Maria Júlia Corraza pelo precioso apoio e acolhimento acadêmico durante os anos de Universidade Estadual de Maringá;
- Ao William Mário de Carvalho Nunes pela valiosa ajuda como “meu” procurador junto à UEM, durante o período de “sanduích” e pela sincera e pronta disposição em ajudar-me nos momentos em que precisei;
- À Maria Aparecida Sert e ao Jeselay, pela presença sempre amiga em Maringá;
- Ao fisioterapeuta Fábio Marcelo Catarin pelo trabalho competente;
- À Universidade Estadual de Maringá/Maringá/PR, com extensão ao Departamento de Biologia/DBI, pela oportunidade de capacitação acadêmica concedida;
- À UNESP/Bauru/SP, com extensão ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, pela contribuição qualitativa na minha formação intelectual e científica;
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Ensino Superior/Capes/Brasília/Brasil, pela bolsa concedida pelo Programa de Desenvolvimento de Estágio no Exterior/PDEE/Modalidade de estágio “sanduích”, no período de Janeiro a Abril de 2011, na Universidade do Minho/ Braga/Portugal;
- À Universidade do Minho/UMinho/Braga/Portugal, por me fornecer as condições necessárias para o pleno desenvolvimento de meu estágio “sanduích”;
- Ao Jardim Botânico/Bauru/SP, em nome de seu diretor, engenheiro agrônomo Sr. Luiz Carlos de Almeida Neto, por possibilitar a visita dos sujeitos dessa pesquisa à Trilha ecológica ali presente.

## **RESUMO**

A epistemologia da Biologia tem sido objeto de várias discussões no campo da pesquisa em ensino de Ciências e Biologia. O objetivo desse trabalho foi contribuir para trazer novas elaborações que enriqueçam essas discussões, evidenciando sua importância e como essa epistemologia pode ser inserida no ensino de Ciências e Biologia. A presente investigação está ancorada em quatro momentos principais: (i) algumas reflexões acerca da epistemologia da Biologia e das possibilidades de articulação com o ensino e a aprendizagem do conhecimento biológico; (ii) as indefinições do conceito de interação biológica na literatura; (iii) as percepções iniciais dos sujeitos dessa pesquisa acerca das interações biológicas quando visitam um ambiente natural e a representação dessas interações fora do ambiente natural; (iv) a investigação empírica junto ao Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia. A análise dos resultados obtidos junto a esse grupo de pesquisas possibilitou reflexões que podem contribuir para a constituição de uma epistemologia da Biologia sólida, em seus diversos contextos, tendo como foco a formação inicial.

**Palavras-chave:** Epistemologia da Biologia, Formação inicial de Pesquisadores e Professores; Grupo de pesquisa; Ensino de Biologia; Conceito de interação biológica.

## **ABSTRACT**

Biology epistemology has been the subject of many discussions in research field in science and Biology teaching. This work aim was to bring new elaborations that enrich these discussions, highlighting its importance and how this epistemology can be inserted in Science and Biology teaching. The present investigation is anchored on four main phases: (i) some reflections on Biology epistemology and on the interaction possibilities with teaching and learning Biological knowledge, (ii) the indefinitions of the Biological interaction concept in literature, (iii) initial perceptions of this research subjects about the Biological interactions when they visit a natural environment and this interactions representation outside the natural environment, (iv) the empirical investigation by this research Group on Biology Epistemology. The analyzes of the obtained results with this research group allowed considerations that may contribute to the formation of a solid Biology epistemology, in its various contexts, with a focus on initial formation.

**Keywords:** Biology Epistemology, Researchers and Teachers Initial Formation, Group Research, Biology Teaching, Biological interaction concept.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |     |
|--|-----|
| Diagrama 1. Diagrama geral da pesquisa   | 27  |
| Diagrama 2. Representação semiótica do fenômeno de interação biológica                     | 89  |
| Diagrama 3. Representação semiótica para a análise dos dados                               | 90  |
| Diagrama 4. Representação do diagrama geral dessa investigação                             | 95  |
| Diagrama 5. Categorias de interpretantes analisadas  | 181 |
| Esquema 1. As dez classes de Signo, constituídas com base nas três tricotomias sígnicas.   | 87  |
| Esquema 2. As dez classes de Signo, constituídas com base nas três tricotomias sígnicas    | 182 |
| Figura 1: O “Desenho” da pesquisa  | 94  |
| Figura 2. Imagens do questionário inicial trazendo representações de interações ecológicas | 104 |
| Figura 3. Imagens do questionário inicial trazendo representações de interações ecológicas | 115 |
| Figura 4. Imagens do questionário inicial trazendo representações de interações ecológicas | 127 |
| Figura 5. Imagens do questionário inicial trazendo representações de interações ecológicas | 137 |
| Figura 6. Esquema explicativo de GP-2 para a definição do conceito de interação biológica  | 175 |
| Figura 7. Esquema explicativo de GP-3 para a definição do conceito de interação biológica  | 175 |
| Figura 8. Esquema explicativo de GP-5 para a definição do conceito de interação biológica  | 176 |
| Figura 9. Esquema explicativo de GP-10 para a definição do conceito de interação biológica | 176 |
| Figura 10. Imagens presentes na questão do questionário final                              | 177 |

## LISTA DE QUADROS

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 1. Cronograma das atividades realizadas pelo Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia durante o segundo semestre de 2011. | 100 |
| Quadro 2. Apresentação dos sujeitos da pesquisa  | 101 |
| Quadro 3. Perfil dos participantes do GPEB durante a coleta de dados   | 102 |
| Quadro 4. Atividades desenvolvidas para a coleta de dados nos Grupos I e II  | 102 |
| Quadro 5. Atividades desenvolvidas para a coleta de dados nos Grupos I e II.   | 109 |
| Quadro 6. Síntese de significação  | 110 |
| Quadro 7. Síntese de significação.   | 112 |
| Quadro 8. Síntese de significação.   | 114 |
| Quadro 9. Síntese das principais ideias expressas  | 114 |
| Quadro 10. Síntese de significação   | 117 |
| Quadro 11. Síntese de significação   | 119 |
| Quadro 12. Síntese de significação   | 121 |
| Quadro 13. Síntese das expressões  | 122 |
| Quadro 14. Síntese de significação   | 122 |
| Quadro 15. Síntese de significação   | 123 |
| Quadro 16. Síntese de significação   | 125 |
| Quadro 17. Síntese das expressões  | 125 |
| Quadro 18. Síntese de significação   | 128 |
| Quadro 19. Síntese de significação   | 129 |
| Quadro 20. Síntese de significação   | 131 |
| Quadro 21. Síntese das principais ideias expressas   | 131 |
| Quadro 22. Síntese de significação   | 132 |
| Quadro 23. Síntese de significação   | 135 |
| Quadro 24. Síntese das principais ideias expressas   | 136 |
| Quadro 25. Síntese de significação   | 139 |
| Quadro 26. Síntese de significação   | 141 |
| Quadro 27. Síntese de significação   | 142 |
| Quadro 28. Síntese das principais ideias expressas   | 143 |
| Quadro 29. Síntese de significação   | 151 |
| Quadro 30. Síntese de significação   | 156 |
| Quadro 31. Síntese de significação   | 162 |
| Quadro 32. Síntese de significação   | 165 |
| Quadro 33. Síntese de significação   | 169 |

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 34. Síntese de significação                 | 170 |
| Quadro 35. Síntese de significação                 | 172 |
| Quadro 36. Síntese de significação                 | 174 |
| Quadro 37. Síntese de significação                 | 180 |
| Quadro 38. Síntese das principais ideias expressas | 184 |
| Quadro 39. Síntese das expressões                  | 185 |
| Quadro 40. Síntese das expressões                  | 187 |
| Quadro 41. Síntese das principais expressões       | 188 |
| Quadro 42. Síntese das principais ideias expressas | 190 |
| Quadro 43. Síntese das principais ideias expressas | 191 |
| Quadro 44. Síntese de significação                 | 192 |
| Quadro 45. Síntese de significação                 | 193 |
| Quadro 46. Síntese de significação                 | 194 |
| Quadro 47. Síntese de significação                 | 194 |
| Quadro 48. Síntese de significação                 | 195 |
| Quadro 49. Síntese de significação                 | 195 |
| Quadro 50. Síntese de significação                 | 196 |
| Quadro 51. Síntese de significação                 | 197 |
| Quadro 52. Síntese de significação                 | 197 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUÇÃO</b>   | 18 |
| <br>  |    |
| <b>1 A EPISTEMOLOGIA DA BIOLOGIA E SUA IMPORTÂNCIA<br/>PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONHECIMENTO BIOLÓGICO</b>                                     | 29 |
| 1.1 A BIOLOGIA COMO CIÊNCIA AUTÔNOMA  | 31 |
| 1.2 A EPISTEMOLOGIA DA BIOLOGIA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA<br>PSICOGENÉTICA  | 39 |
| 1.3 A EPISTEMOLOGIA E O ENSINO DE BIOLOGIA  | 45 |
| 1.4 A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE<br>BIOLOGIA  | 50 |
| <br>  |    |
| <b>2 A ECOLOGIA E O CONCEITO DE INTERAÇÃO<br/>BIOLÓGICA</b>   | 54 |
| 2.1 O DESENVOLVIMENTO DA ECOLOGIA   | 55 |
| 2.2 A ECOLOGIA ATUAL  | 58 |
| 2.3 A IMPORTÂNCIA DO CONCEITO DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA  | 59 |
| <b>2.3.1 A Centralidade e Abrangência do Conceito de Interação Biológica Atestadas<br/>por Alguns Exemplos de Interações Biológicas</b>               | 61 |
| 2.3.1.1 Alguns exemplos de interações ecológicas  | 64 |
| <b>2.3.2 A Imprecisão do Conceito de Interação Biológica na Literatura Biológica</b>  | 67 |
| <br>  |    |
| <b>3 O REFERENCIAL SEMIÓTICO DE CHARLES S. PEIRCE</b>   | 70 |
| 3.1 A LINGUAGEM E O PENSAMENTO DE UM PONTO DE VISTA SEMIÓTICO   | 75 |
| <b>3.1.1 O Pragmatismo Americano e a Semiótica Peirciana como Referencial<br/>Teórico para a Análise do Fenômeno de Interação Biológica</b>           | 77 |
| 3.1.1.1 A Semiótica de Charles Sanders Peirce (1839 – 1914)   | 79 |
| 3.1.1.2 <i>O Diagrama Representativo do Signo: uma representação<br/>semiótica do fenômeno de interação biológica e para a<br/>análise dos dados.</i> | 88 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>4 METODOLOGIA DA PESQUISA</b>  | 92  |
| 4.1 O “DESENHO” DA PESQUISA   | 93  |
| 4.2. A PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO: A SEMIÓTICA PEIRCEANA COMO UM CAMINHO PARA A (RE)CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA     | 96  |
| <b>4.2.1 O Caminho Semiótico</b>  | 98  |
| 4.3 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO GPEB  | 100 |
| 4.4 A COLETA DOS DADOS  | 101 |
| <b>4.4.1 Visita ao Ambiente Natural</b>   | 103 |
| <b>4.4.2 Questionário Inicial</b>   | 103 |
| <b>4.4.3. Questionário Final</b>  | 104 |
| <b>4.4.4. Discussões em Grupo</b>   | 105 |
| 4.5. PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  | 106 |
| 4.6 A ESCOLHA DOS TEXTOS PARA AS DISCUSSÕES SOBRE O CONCEITO DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA   | 106 |
| <br>  |     |
| <b>5 DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS</b>   | 108 |
| 5.1. PERCEPÇÕES INICIAIS DOS ACADÊMICOS DO 1º ANO (GRUPO I) EXPRESSAS DURANTE A VISITA AO AMBIENTE NATURAL                          | 110 |
| <b>5.1.1 Representações do Conceito de Interação Biológica pelos Acadêmicos do 1º ano (Grupo I) Obtida fora do Ambiente Natural</b> | 115 |
| 5.2 PERCEPÇÕES INICIAIS DOS ACADÊMICOS DO 4º ANO (GRUPO I) EXPRESSAS DURANTE A VISITA AO AMBIENTE NATURAL                           | 122 |
| <b>5.2.1 Representação do Conceito de Interação Biológica dos Acadêmicos do 4º ano (Grupo I) obtida por meio do Questionário</b>    | 126 |
| 5.3 AS ATIVIDADES DO GPEB DURANTE O SEGUNDO SEMESTRE DE 2011  | 132 |
| <b>5.3.1 Percepções Iniciais dos Participantes do GPEB (Grupo II) Expressas durante Visita ao Ambiente Natural</b>                  | 132 |
| <b>5.3.2 Representação do conceito de interação biológica dos participantes do GPEB (Grupo II) fora do ambiente natural</b>         | 137 |
| <b>5.3.3 Evolução da (Re)construção do Conceito de Interação Biológica por meio das Discussões realizadas no GPEB</b>               | 143 |
| 5.3.3.1 Análise da Discussão do texto 2   | 145 |
| 5.3.3.2 Análise da Discussão do texto 3   | 152 |
| 5.3.3.3 Análise da Discussão do texto 4   | 156 |
| 5.3.3.4 Análise da Discussão do texto 5   | 162 |
| 5.3.3.5 Análise da Discussão do texto 6   | 166 |
| 5.3.3.6 Análise da Discussão do texto 7   | 170 |
| 5.3.3.7 Análise da Discussão do texto 9   | 172 |
| 5.3.3.8 Análise do questionário final   | 174 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>6 ANÁLISE SEMIÓTICA DO PROCESSO DE (RE)CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA</b>  | 181 |
| 6.1 ANÁLISE SEMIÓTICA DA SÍNTESE DAS PRINCIPAIS IDEIAS EXPRESSAS PELOS ESTUDANTES DO 1º ANO DURANTE VISITA AO AMBIENTE NATURAL                         | 184 |
| <b>6.1.1 Análise Semiótica da Síntese das Principais Ideias Expressas pelos Estudantes do 1º Ano fora do Ambiente Natural</b>                          | 185 |
| 6.2 ANÁLISE SEMIÓTICA DA SÍNTESE DAS PRINCIPAIS IDEIAS EXPRESSAS PELOS ESTUDANTES DO 4º ANO DURANTE VISITA AO AMBIENTE NATURAL                         | 187 |
| <b>6.2.1 Análise Semiótica da Síntese das Principais Ideias Expressas pelos Estudantes do 4º Ano Fora do Ambiente Natural</b>                          | 188 |
| 6.3 ANÁLISE SEMIÓTICA DA SÍNTESE DAS PRINCIPAIS IDEIAS EXPRESSAS PELOS ESTUDANTES DO GPEB DURANTE VISITA AO AMBIENTE NATURAL                           | 190 |
| <b>6.3.1 Análise Semiótica da Síntese das Principais Ideias Expressas pelos Estudantes do GPEB Fora do Ambiente Natural</b>                            | 191 |
| <b>6.3.2 Análise Semiótica da Síntese das Principais Ideias Expressas pelos Estudantes do GPEB Durante os Textos Estudados nas Discussões em Grupo</b> | 192 |
| 6.3.2.1 Análise semiótica da discussão do texto 2  | 192 |
| 6.3.2.2 Análise semiótica da discussão do texto 3  | 193 |
| 6.3.2.3 Análise semiótica da discussão do texto 4  | 193 |
| 6.3.2.4 Análise semiótica da discussão do texto 5  | 194 |
| 6.3.2.5 Análise semiótica da discussão do texto 6  | 195 |
| 6.3.2.6 Análise semiótica das respostas expressas pelos participantes do grupo ao responderem a questão aberta sobre as interações biológicas          | 195 |
| 6.3.2.7 Análise semiótica da discussão do texto 7  | 196 |
| 6.3.2.8 Análise semiótica da discussão do texto 9  | 197 |
| 6.3.2.9 Análise do questionário final  | 197 |
| <b>CONCLUSÕES</b>  | 200 |
| <b>REFERENCIAS</b>   | 205 |
| <b>APÊNDICES</b>   | 212 |

## INTRODUÇÃO

### Um breve relato de minha caminhada profissional

Minha primeira admiração pelo “ser professor” ocorreu já na infância, pelo exemplo que tive de “minhas” quatro professoras primárias. Três delas ainda vivem e cada uma tem mais de oitenta anos.

Na infância, a escola, para mim, tinha literalmente um cheiro muito peculiar, gostoso e recheado de prazer. Esse cheiro, depois que cresci, nunca mais senti.

Bem mais tarde, ao entrar nas escolas de Educação Básica, agora como professora, ainda procurava pelo cheiro da infância, porém, em vão! Na tentativa racional de compreender esse “cheiro” da escola da minha infância, penso que talvez esteja relacionado à madeira das carteiras de antigamente, que hoje não existem mais. Seria devido a isso o sumiço do cheiro? Afetivamente, sinto que talvez o cheiro esteja ligado a algo mágico, que faz parte somente da vida e do imaginário infantil. Restam a dúvida, a lembrança e a emoção dessa feliz passagem da escola da minha infância.

Na adolescência, desejei fazer o curso de Magistério ao invés do antigo Colegial, mas pensando no futuro vestibular, desisti. Mais tarde, ao escolher cursar Ciências Biológicas e ter que optar entre as modalidades de bacharelado ou licenciatura, apesar de estar desenvolvendo pesquisa de Iniciação Científica na área de Ecologia – mais precisamente em Limnologia, não tive dúvidas em optar pela licenciatura. Destaco aqui minha lembrança prazerosa quando, nos dois últimos anos da graduação, lia os textos fornecidos pelos professores das disciplinas pedagógicas com antecedência, assistia com entusiasmo às aulas e me lembro de ter participação ativa nas discussões que os professores promoviam em sala de aula.

No último ano de graduação, após a realização do estágio da disciplina de Prática de Ensino, já ministrava aulas de Ciências numa escola pública de periferia em Botucatu/SP. Nunca mais parei de ser professora.

Antes do término do mestrado, comecei a ministrar aulas de várias disciplinas biológicas em um curso de licenciatura curta (hoje extinto), em uma Instituição de Ensino Superior (IES) de Avaré/SP. Concomitantemente, ministrei aulas de Biologia no Ensino Médio, nessa mesma instituição. Em 1994, fui aprovada em concurso público do Estado de São Paulo para ministrar aulas de Ciências, função que já exercia como professora não concursada.

Após o término do mestrado (em Limnologia), percebi que apesar das “novas” habilidades motoras desenvolvidas nos trabalhos de campo e de laboratório, não gostava do trabalho em laboratório, ou seja, desenvolver pesquisa em uma área específica (conhecida também como “área dura”) da Biologia. Apesar de gostar do conhecimento teórico da Ecologia, o trabalho desenvolvido no laboratório era muito mecânico, pouco prazeroso e, conseqüentemente, árduo para mim. Lembro-me de ter sentido certo arrependimento por não ter feito mestrado na área de ensino/educação, pois já havia aventado essa possibilidade ao cursar as disciplinas pedagógicas e ao iniciar minha atividade como professora, antes mesmo do término da graduação. Questionei-me se não havia me acomodado na área de iniciação científica. Por fim, concluí que nossos caminhos não são lineares e faz parte do aprendizado profissional, da experiência e da vida.

Com todos esses questionamentos, com uma vida profissional apenas iniciando e muito trabalho pela frente, decidi fazer um curso de especialização em “Metodologia do Ensino Superior” em uma IES particular de Botucatu, cujos professores ministrantes eram da UNESP/Botucatu/SP. Esse curso me abriu muitas possibilidades. A primeira delas foi o entusiasmo para estudar e enfrentar o “meu” primeiro concurso para docente do nível superior. Em março de 1.999 assumi a função de professora assistente no Departamento de Biologia – Área de Ensino – junto à Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá/PR.

Inicialmente, foram muitas novidades, adaptação, desafios, trabalho, projetos, ilusões, desilusões, crescimento, aprendizado e superação, no nível profissional e pessoal. Quando assumi, com pouca experiência, sabia que havia três colegas da Área de Ensino do Departamento de Biologia na “fila” de espera para fazer o doutorado. Eu seria a quarta e teria que esperar por doze anos, caso quisesse sair com afastamento integral. Uma colega se aposentou antes de fazer o doutorado. Esperei outras duas colegas obterem o título. Passaram-se dez longos anos, até que chegou a minha vez de sair. Penso que nesse tempo, amadureci o suficiente para enfrentar esse novo desafio.

Após mais de vinte anos como professora de Ciências, Biologia e docente universitária, em 2.004 resolvi cursar Pedagogia (noturno) em uma IES particular do norte do Paraná, próximo à Maringá. O curso, entre muitas outras coisas, ajudou-me no aprimoramento de minhas habilidades da escrita, muito provavelmente devido às próprias características da área de humanas (muita leitura, discussão, produção de textos, etc.). Apesar de ter gostado muito da experiência de cursar uma segunda graduação depois de adquirir certa maturidade intelectual, emocional e afetiva, o curso também serviu para que eu reiterasse minha escolha

pela Biologia. Sou e me sinto bióloga, professora, pesquisadora da área de ensino de Ciências e Biologia.

Acredito que essa trajetória profissional nada linear que descrevi acima foi necessária para que eu chegasse ao desenvolvimento do trabalho que inicio aqui a apresentação. Ressalto ainda que a escolha do conceito estudado nessa tese – o conceito de *interação biológica* – deve-se a duas razões principais: uma pessoal e a outra epistemológica. A pessoal, diz respeito ao meu apreço e familiaridade com a Ecologia, que coincidentemente aborda muitas das interações biológicas, ou seja, as interações ecológicas. A segunda razão será descrita em seguida.

### **A pesquisa: a motivação inicial**

São distintas as interações que envolvem os seres vivos, estas com expressões nos diferentes níveis biológicos de complexidade, como o ontogenético, o filogenético, o ecológico, o molecular, entre outros. No entanto, nos livros didáticos de Ciências e Biologia, nos manuais acadêmicos de Biologia, bem como nas abordagens de professores e de alunos, as interações biológicas ficam restritas às interações ecológicas, tanto no nível intra como interespecífico. Como consequência muitos outros tipos de interações biológicas deixam de ser explorados e compreendidos, assim o conceito permanece circunscrito ao corpo de conhecimentos da Ecologia.

Neste contexto, para Pombo (2006, p. 2),

a especialização – ainda que condição necessária ao progresso do conhecimento – altera a própria natureza da actividade científica. As ciências especializadas deixam de ter o Mundo como seu objecto de estudo e investigação. Para as disciplinas particulares e para as especialidades, a própria idéia de Mundo deixa de ser útil. Elas podem virar costas à totalidade e, com esse movimento, entrar alegremente no reino da positividade prática, procurar performances eficientes ainda que fragmentárias. Numa palavra, a especialização tem como efeito paralelo o compromisso da ciência com uma razão instrumental que reduz a ciência ao cálculo de entidades quantificáveis e ao abandono da tentativa de explicação do Mundo, isto é, ao abandono da idéia reguladora de Unidade da Ciência.

Ainda segundo Pombo (2006), baseada nas evidências da obra *A estrutura das revoluções científicas* de Thomas Kuhn, aponta o fechamento da ciência no interior do paradigma, ou seja,

A Ciência deixa de aparecer como a vitória, cada dia renovada, de uma racionalidade crítica movida pelo amor à verdade para ser pensada como atividade paradigmática, obediente a um modelo teórico-prático o qual

estabelece teorias e princípios, determina métodos e procedimentos, dita perguntas legítimas, impõe critérios para validar respostas. [...] a partir da segunda guerra mundial, a Ciência passou a definir-se como atividade orientada, não tanto pelo desejo de verdade, mas pela capacidade de produção de resultados práticos imediatamente aplicáveis na esfera política, militar ou econômica, ou seja, deixou de se validar pela procura sempre unitária da verdade e passou a determinar-se pela proliferação dos seus efeitos e aplicações técnicas (POMBO, 2006, p. 3).

De acordo com essa autora, a Ciência comporta as duas tendências, isto é, a especialização e a unidade. A primeira favorece a delimitação do objeto de investigação, permite o rigor e a profundidade da análise, diminui a quantidade de metodologias e técnicas indispensáveis à investigação numa disciplina específica, entre outros aspectos. Já a segunda, corresponde aos aspectos que estão ocultos a toda atividade científica, ou seja, a compreensão do mundo (identificação de similaridades, formulação de leis universais, etc.) e ainda, de tornar compreensível o devir da natureza.

Essa especialização da Ciência tem reflexos diretos, por exemplo, na divisão das Ciências Naturais. Segundo Meghioratti (2009) a divisão da Biologia em várias subáreas faz com que os conteúdos biológicos sejam apresentados para os estudantes de forma cindida e, conseqüentemente, sem as devidas relações entre os conceitos, dificultando assim que os fenômenos biológicos sejam compreendidos de forma global.

Isso possui reflexos em um ensino de Biologia cada vez mais fragmentado e pouco sistêmico, limitando a compreensão do conhecimento biológico e do desenvolvimento do pensamento biológico dos estudantes. Pombo (1998a) reconhece o lugar do ensino como mecanismo disciplinar no processo de edificação do conhecimento científico. Nesse contexto, pode-se esperar do ensino a criação de novas formas de articulação dos saberes.

Segundo Caldeira (2009), ao buscar a construção racional do pensamento científico, faz-se necessário agregar estudos disciplinares a estudos e reflexões interdisciplinares para que os alunos possam estudar o conhecimento biológico “inter-relacionando suas especificidades, formulando questões sobre o conhecimento biológico e planejando pesquisas na área de Biologia, tanto teórica como prática” (p. 77). Segundo a autora, no contexto do ensino, para que ocorra a elaboração de uma concepção epistemológica, é importante a inserção da História da Biologia, do desenvolvimento de pesquisas em várias áreas do conhecimento biológico e suas interfaces, além da análise da produção do conhecimento biológico por meio da Filosofia da Biologia.

Assim, optou-se nessa investigação por estudos em Epistemologia da Biologia, pois, com base nesses estudos é possível desenvolver uma melhor compreensão dos conceitos estruturantes da Biologia, bem como das principais características do conhecimento biológico.

Segundo Gagliardi (1986) os conceitos estruturantes são aqueles cuja construção transforma o sistema cognitivo dos alunos, no sentido de possibilitá-los construir novos conhecimentos, organizar as informações de maneiras distintas e ainda transformar/modificar os conhecimentos prévios desses alunos. No sentido de exemplificar um conceito estruturante em Biologia, o autor destaca o conceito de autopoiese, em que todo organismo se autoconstrói por meio de uma série de reações químicas (na quais se situam as moléculas que participam dessas reações). Tais reações ocorrem por meio de uma série de condições obtidas em consequência do funcionamento de processos anteriores.

Esse conceito (aqui simplificado) de autopoiese permite desenvolver a ideia de que o ser vivo é um sistema circular e que isso determina as condições que permitem a manutenção do seu funcionamento. Com base nisso, pode-se observar nosso próprio organismo como um sistema que se autoconstrói de forma permanente, pois possui reações químicas que o reconstrói. Ainda é possível estender essa ideia ao conhecimento e pensar que não apenas construímos nossas células, mas também construímos nossas ideias e conhecimentos. Dessa forma, o conceito estruturante de autopoiese pode ser veiculado no estudo das células, da genética, da fisiologia e até da linguagem (GAGLIARDI, 1986).

Assim, no sentido de nortear esse estudo, foi escolhido o conceito de interação biológica. Essa escolha está relacionada à importância, à centralidade e à abrangência desse conceito, pois “tudo” na Biologia é interação, ou seja, o conceito de interação biológica permeia todo o corpo do conhecimento biológico. Ressalta-se aqui a opção por denominar de *conceito* o estudo das interações biológicas (em detrimento de outras denominações possíveis como: pensamento, processo, fenômeno, ideia, signo), pelo entendimento de que tal denominação está em concordância com o que se pretende nessa investigação, ou seja, definir a compreensão da representação das interações biológicas, no âmbito do conhecimento biológico.

A ideia de interação biológica desde sempre esteve presente na elucidação das teorias e dos fenômenos biológicos, conferindo a essa ideia importância, centralidade e abrangência no âmbito do conhecimento biológico (isso será mais bem explorado no Capítulo 2). Entretanto, o conceito de interação biológica ainda possui uma definição imprecisa. Essa indefinição pode ser confirmada por meio do levantamento bibliográfico realizado por Mitiká *et al.* (2010), que enfatizou a falta de estudos sobre o conceito de interação biológica no

levantamento realizado. As autoras ainda constataram que alguns trabalhos das subáreas da Biologia e áreas afins, apesar de investigarem o conceito de interação biológica em vários níveis, não exploram esse conceito. Com base neste levantamento bibliográfico pode-se inferir que o conceito de interação biológica é abordado de maneira muito superficial e genérica pelos autores dos textos pesquisados. Com esta abordagem genérica, entende-se que tais estudos não são suficientes para explicar a concepção de interação biológica dos autores, pois a maneira como esses autores empregam o conceito não explica o fenômeno estudado por eles. Dessa forma, indica-se a necessidade de estudos epistemológicos, os quais possam definir a compreensão do conceito de interação biológica, ou seja, de sua abrangência e complexidade, o que implicaria em contribuir para uma melhor estruturação dos conteúdos biológicos, de maneira que se tornem mais integrados, resultando na ampliação do conhecimento biológico e de suas narrativas, de forma que essas possam ser desenvolvidas de maneira mais sistêmicas por parte dos estudantes de Biologia.

### **O Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia – GPEB: contexto de criação e atividades inicialmente desenvolvidas**

As atividades do GPEB iniciaram em 2007, junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – UNESP, Bauru/SP. A motivação inicial para a criação do grupo surgiu a partir da constatação de pesquisas que demonstravam que o ensino de Biologia encontrava-se fragmentado, resultando em um ensino reducionista. Com base nessa perspectiva, o GPEB foi instituído e seu objetivo principal foi criar um espaço de discussão para promover pesquisas sobre os aspectos da epistemologia da Biologia, bem como sua inserção no ensino de Biologia. Para tanto, as atividades desenvolvidas pelo grupo propunham a formação de pesquisadores mediante a elaboração e aplicação de projetos de pesquisa, os quais discutem as principais características e conceitos do conhecimento biológico, tendo como foco o ensino de Biologia (MEGLHIORATTI *et al.*, 2007).

O grupo foi constituído inicialmente por graduandos, pós-graduandos e professores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas – UNESP/ Bauru e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências – Unesp/Bauru.

Ao relatar a importância do GPEB para a formação inicial de professores, Caldeira (2009) ressalta que seus participantes passaram a desempenhar duas atividades concomitantes, ou seja, eram sujeitos de pesquisa e pesquisadores/orientadores ao mesmo tempo. Nessa perspectiva, com base nas discussões suscitadas no grupo, os graduandos elaboravam e

desenvolviam seus projetos de pesquisas. Dessa forma, os pós-graduandos e docentes universitários orientavam as discussões do grupo e ainda analisavam de que forma eram desenvolvidos os conceitos científicos no processo de ensino e aprendizagem, bem como, na formação inicial.

Inicialmente, os trabalhos desenvolvidos no grupo tiveram como proposta a hierarquização do conhecimento biológico, baseados em Salthe (1985; 2001). Didaticamente, a organização do conhecimento biológico foi discutida mediante a interação entre três níveis hierárquicos de complexidade: o ecológico, o orgânico e o genético-molecular (MEGLHIORATTI *et al.*, 2008).

Assim, no período de 2007 a 2010, três teses foram desenvolvidas como resultado do trabalho no GPEB, a saber: (i) *O conceito de organismo: uma introdução à epistemologia do conhecimento biológico na formação de graduandos de Biologia*, de autoria de Fernanda Aparecida Meglhioratti (2009); (ii) *Proposta didática para o Ensino Médio de Biologia: as relações ecológicas no cerrado*, cuja autora foi Fernanda da Rocha Brando (2010), e (iii) *A epistemologia da Biologia na formação de pesquisadores: reflexões sobre o conceito de gene*, de Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade (2011). As três teses foram orientadas pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria de Andrade Caldeira.

### **A pesquisa: problema, perguntas de pesquisa e objetivos**

Com base nesse cenário, o objeto de investigação dessa tese foi desenvolver estudos no campo de pesquisa da epistemologia da Biologia sobre o conceito de interação biológica. Assim, o problema a ser investigado diz respeito ao modo como os participantes do GPEB (re)constroem o conceito de interação biológica, no sentido de desenvolverem uma maior amplitude conceitual do conhecimento biológico, bem como estruturarem narrativas biológica mais sistêmicas e integradas desse conhecimento. Para tanto, algumas perguntas de pesquisa foram levantadas: (i) o conceito de interação biológica pode ser estruturante para o conhecimento biológico? (ii) devido à sua amplitude, o estudo desse conceito pode fazer com que os participantes do GPEB estabeleçam relações mais sistêmicas acerca do conhecimento biológico? (iii) o estabelecimento dessas relações pode contribuir para o desenvolvimento de narrativas mais consistentes desse conhecimento?

Mediante esses questionamentos definiu-se o objetivo geral desse estudo, ou seja, propor estudos para que os participantes do grupo de pesquisas (re)construam o conceito de

interação biológica, tendo o conceito de interação ecológica como foco das discussões promovidas no interior do grupo.

Os objetivos específicos foram:

- (i) Analisar semioticamente as respostas dos graduandos quanto à percepção de um ambiente natural e suas representações fora do ambiente natural;
- (ii) Avaliar os significados elaborados pelos acadêmicos quanto ao conceito estudado;
- (iii) Propor interpretações epistemológicas as quais possam refletir positivamente na pesquisa e no ensino de Biologia.

Diante disso, as atividades no GPEB no decorrer do segundo semestre de 2011 foram desenvolvidas principalmente com base em reuniões para discussões em grupo e aplicação de questionários, as quais serão detalhadas no Capítulo quatro (Metodologia da pesquisa).

Os dados obtidos com base nessa investigação foram analisados sob o olhar da semiótica de Charles Sanders Peirce (1839 – 1914) e, para isso, foram elaboradas categorias de análises e diagramas semióticos.

A seguir, o caminho semiótico de Peirce pensado para o desenvolvimento desse estudo é apresentado.

### **A escolha do caminho semiótico**

Pesquisas apontam que as aulas de Ciências são abordadas, pela maioria dos professores, de maneira inadequada, comprometendo a aprendizagem dos estudantes. Os conteúdos de Biologia, por exemplo, são apresentados aos estudantes de forma fragmentada, memorística, com ênfase no raciocínio axiomático, com forte tendência à representação de modelos, conceitos, fenômenos, uso do Livro Didático como único recurso possível e disponível, em detrimento de um ensino que privilegie as atividades experimentais, as visitas de campo, o contato dos alunos com o “mundo vivo”, cujo resultado reflita as próprias percepções dos estudantes sobre o “mundo biológico”, tão presente à sua volta. Dessa forma, segundo Bellini,

No ensino de ciências especificamente, iniciar o ensino de ciências pelas representações tira dos jovens alunos a oportunidade de apreciar os conhecimentos e suprime o fato do pensamento biológico recorrer predominantemente aos “agrupamentos” lógicos tem uma implicação educacional bastante significativa: a Biologia é uma ciência que tem áreas

acessíveis às crianças no processo de iniciação à ciência (BELLINI, 2012, no prelo, grifo da autora).

Caldeira (2005) afirma que as leituras de semiótica peirceana permitiram-na repensar o papel da experiência no ensino de Ciências. A autora não faz referência aos experimentos empregados nas aulas de Ciências (como por exemplo: dissecamento de sapos, aves, flores, frutos, entre outros), mas sim

à possibilidade de permitir que o aluno experiencie o fenômeno a partir de suas idéias, para construírem outras, por meio das contribuições recebidas nas aulas e, finalmente, compreenda não apenas de maneira descritiva, mas engendre novas linguagens a partir dos conceitos estudados e reformulados (CALDEIRA, 2005, p. 128).

Bellini (2012), no sentido de reafirmar o que disse Caldeira, enfatiza que o ensino de Ciências Biológicas precisa ser realizado de maneira a contemplar as atividades práticas ou iniciar-se pela apresentação, salientando que, tal apresentação é um conceito derivado da semiótica peirceana, cujo significado diz respeito à apresentação dos fenômenos às crianças e jovens, no intuito de dar vazão aos sentidos, às sensações, às cores, às formas, aos sons, aos odores, além de permitir a manipulação, entre inúmeras outras percepções possíveis de serem experienciadas pelos estudantes de Ciências e Biologia.

Assim, com base na proposta de investigação elucidada por meio do diagrama semiótico apresentado (Diagrama 1), a qual envolveu inicialmente a visita a campo e aplicação do Questionário inicial (Apêndice 1 e 2) para os sujeitos participantes dessa pesquisa (acadêmicos do primeiro e quarto anos do curso de Ciências Biológicas da Unesp/Bauru, licenciatura do período integral e participantes do GPEB), e que serão elucidadas em detalhes em capítulo posterior, algumas das contribuições esperadas dessa investigação à área de ensino de Ciências são: (i) a compreensão da epistemologia da Biologia como necessária ao desenvolvimento do conhecimento biológico e de narrativas sobre esse conhecimento; (ii) seu reflexo nas atividades de pesquisa e de docência dos futuros professores de Biologia.

### **O diagrama geral da pesquisa**

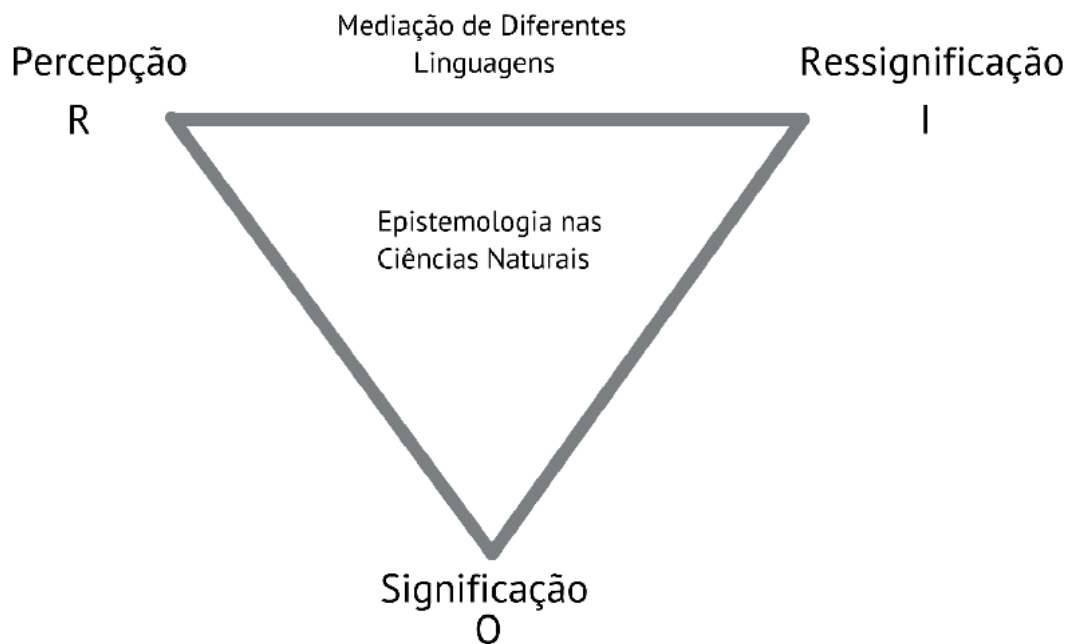
No sentido de facilitar a compreensão de como essa pesquisa foi elaborada, apresenta-se abaixo o diagrama 1. O triângulo invertido da Figura 1 é o diagrama semiótico que representa o ponto de partida dessa investigação, sendo destacado logo abaixo. Esse diagrama foi idealizado por Caldeira (2005, p. 137). Nele, as letras R, O, I constituem os três correlatos

que definem o signo estudado (no caso dessa investigação, o conceito de interação biológica), designadas por relações de: *Representamen* (R), Objeto (O) e Interpretante (I).

Para a análise semiótica, são consideradas as três categorias peirceanas de primeiridade, secundidade e terceiridade. Tais categorias são integrantes de um processo semiótico amplo, cujo início é tudo aquilo que é passível de percepção.

Segundo Caldeira (2005), a primeiridade pode ser considerada como a categoria da primeira interação, das sensações, do olhar instigador, da dúvida. As relações que começam a se estabelecer com base no objeto pretendido (no caso dessa tese, o conceito de interação biológica), constituem-se na secundidade. A terceiridade é constituída valendo-se da compreensão de conceitos científicos, responsável pela cadeia de semioses – perceber – relacionar – conhecer – inicialmente proposta, em correlato com as relações sgnicas estabelecidas pelos alunos (no caso dessa tese, a experiência realizada num ambiente natural).

Diagrama 1. Diagrama geral da pesquisa



Fonte: Caldeira, 2005, p. 137.

Explicando de outra maneira, pode-se dizer que, nas relações de *representamen*, no domínio da primeiridade, localiza-se a percepção, representando toda a potencialidade de tudo

que é possível perceber sobre o conceito de interação biológica estudado, ou seja, um *continuum* de possibilidades percebidas. O objeto corresponde às relações de secundidade, em nível de significação, em que as relações dos sujeitos dessa pesquisa com o conceito estudado (interação biológica), se confrontam. As relações de interpretante apresentam-se por meio da representação dos sujeitos dessa pesquisa, ou seja, de que maneira esses sujeitos compreenderam o fenômeno ao qual se confrontaram. Esse correlato de terceiridade possibilita que esses sujeitos ressignifiquem o conceito aqui estudado (CALDEIRA, 2005).

Ainda de acordo com essa autora, para o alicerce do estudo desejado, a idealização da estrutura desse diagrama permite indicar a primeira categoria que se apresenta, ou seja: a percepção. É essa que se faz presente essencialmente na visualização, na audição, na captura das cores, formas, movimentos, na sensação tátil, bem como na expressão das emoções que acompanham a atenção para os fenômenos da natureza. A outra categoria presente é a significação, no nível de secundidade, a qual mantém em seu interior as possíveis relações a serem estabelecidas pelos sujeitos de pesquisa durante o estudo do conceito de interação biológica. E, no nível de terceiridade, a ressignificação será compreendida como o processo de construção do raciocínio, pois, segundo a autora, “para Peirce, o conhecimento é racionalidade e o ideal do raciocínio será seguir os métodos, para que o conhecimento se desenvolva mais rapidamente” (CALDEIRA, 2005, p. 49).

Assim, com o intuito de desenvolver uma compreensão mais aprofundada do problema levantado nessa investigação, essa tese foi organizada em seis capítulos, cujos conteúdos forma distribuídos da seguinte forma: Capítulo 1 – Foi apresentada uma ideia geral de Epistemologia, os principais aspectos da Epistemologia da Biologia, bem como a articulação entre Epistemologia, Didática e ensino de Biologia. Capítulo 2 – Foram discutidos alguns dos principais aspectos da ciência Ecologia, e a importância, a centralidade e a abrangência do conceito de interação biológica atestada por meio de exemplos de interações biológicas, além da imprecisão desse conceito na literatura biológica. Capítulo 3 – Foi apresentada a importância da linguagem como fenômeno de comunicação, a relação entre pensamento e linguagem; o referencial teórico dessa investigação, ou seja, a semiótica de Charles Sanders Peirce. Capítulo 4 – Foi descrita a metodologia empregada para o desenvolvimento dessa tese. Capítulo 5 – Foram descritos os resultados dos dados empíricos desta investigação. Capítulo 6 – Foi realizada a análise semiótica da (re)construção do conceito de interação biológica. Por fim a Conclusão, que apresenta uma sistematização das análises semióticas realizadas.

## 1 A EPISTEMOLOGIA DA BIOLOGIA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONHECIMENTO BIOLÓGICO

O termo epistemologia possui mais de um significado, nesse sentido, optou-se pela acepção de epistemologia de Gérard Lebrun (2006) que a concebe como uma área de conhecimento que estuda os fundamentos de uma ciência, isto é, sua natureza, objeto, método, instrumento, teorias, problemas, o trabalho do cientista, cuja intenção é compreender o significado de uma ciência particular.

Antes da elucidação da acepção de epistemologia de Lebrun, se apresenta aqui, três significações propostas por Pombo (1998b, p.1, grifo da autora):

1. *Epistemologia como ramo da filosofia* – no prolongamento da reflexão gnosiológica e metodológica, a epistemologia é entendida como uma reflexão filosófica sobre o conhecimento científico, pelo que constitui tarefa de filósofos (é o caso de Peirce, Husserl ou Cassirer); 2. *Epistemologia como atividade emergente da própria atividade científica* – a epistemologia é considerada como uma tarefa que só o cientista pode realizar, analisando e refletindo sobre a sua própria atividade científica, explicitando as suas regras de funcionamento, o seu modo próprio de conhecer. Neste caso, o cientista como que ultrapassa o seu papel assumindo o de filósofo (é, por exemplo, o caso de Einstein, Heisenberg ou Monod); 3. *Epistemologia como disciplina autônoma* – a epistemologia é considerada como uma investigação metacientífica, uma “ciência da ciência”, disciplina de segundo grau constituindo domínios de epistemólogos e que tem o seu próprio objeto (o discurso científico e/ou a atividade científica e os seus produtos) e o seu próprio método (consoante os casos, a análise lógica da linguagem científica no neo-positivismo de Carnap, Hempel, Raichenbach ou Nagel; o método psico-genético do projeto piagetiano de uma Epistemologia Genética; o comparativismo transcendental de G. G. Granger de uma epistemologia comparatista; ou ainda as abordagens mais teóricas e especulativas de Bachelard, Popper, Kuhn ou Lakatos).

Lebrun (2006) entende a epistemologia como parte constituinte da Filosofia das Ciências, adjacente ao positivismo comteano, portanto, inserida num cenário de desvalorização da Filosofia e valorização das Ciências particulares, fato este que denuncia a separação entre a Filosofia e Ciência, ou seja, a morte da *episteme* única.

O autor destaca o caráter próprio dos princípios que uma ciência apresenta, bem como o caráter singular dessa montagem teórica, a qual possibilita determinar seus objetos de maneira inédita, ou seja, àquilo que uma ciência descobre, a sua forma própria de produzir enunciados ou as regras que permitam sua construção.

Nesse contexto, a ciência é pensada pelo epistemólogo, sendo que cada ciência para ser caracterizada como tal, irá se constituir em uma linguagem própria. Isso originará várias epistemologias (Biologia, Física, Química, outras). Assim, segundo Lebrun (2006),

Desse modo, as ciências acabam por ser reconduzidas à sua heterogeneidade de princípio, desvinculadas da razão. Ciência e razão pura não mais se sobrepõem. E é a partir desse momento que a curiosidade epistemológica poderá exhibir-se em toda a sua plenitude. Uma vez que as ciências já não são mais facetas de um mesmo cristal, cada uma se torna interessante por si mesma, cada uma se torna instrutiva por si mesma (p. 136).

Para sustentar a epistemologia como uma disciplina bem delimitada, Lebrun (2006) elege duas qualidades necessárias: cada ciência deve ser avaliada antes de tudo naquilo que ela tem de diferente e único, deve ser enfrentada como um objeto dotado de um funcionamento singular e, ainda, nenhuma ciência deve apresentar-se como uma reunião de verdades, porém, oferecer-se como um assunto possível de um exame histórico ou filológico:

- a) *histórico*: as ciências são aventuras contingentes e suas proposições podem ser tratadas enquanto *acontecimentos* [...];
- b) *filológico*: é possível conferir-lhes o estatuto de um *texto* e considerar cada uma delas como um *corpus* de fórmulas (enunciados, protocolos, indicações de pesquisa) no qual se deposita um trabalho coletivo, cujas articulações exprimem escolhas ou decisões (LEBRUN, 2006, p. 137-138, grifo do autor).

Assim, para que uma ciência possa tornar-se objeto epistemológico é necessário que cada disciplina que participa de seu corpo de conhecimento possua uma unidade singular, isto é, um trabalho produtivo regido por um conjunto de regras possíveis de serem revistas e não necessariamente estarem claras.

Segundo Lebrun, uma boa epistemologia deveria destacar as discontinuidades de uma ciência, bem como desconstruir o discurso da verdade, muito presente no trabalho científico. Dessa forma, a epistemologia não está preocupada com o produto da ciência, nem com a verdade científica, mas sim em questionar o processo científico, a forma como a ciência é produzida, bem como suas diversas abordagens.

Outro pilar em que se assenta a epistemologia diz respeito à teoria do conhecimento. Nesse sentido, a epistemologia é a divisão da Filosofia que aborda as relações entre sujeito e objeto de conhecimento. Assim, a epistemologia da Biologia é uma parte da Filosofia da Biologia e procura compreender como o sujeito conhece os objetos.

Destaca-se aqui que a abordagem epistemológica desenvolvida pelo GPEB e, conseqüentemente, a assumida nessa tese caracteriza-se pela apresentação, aos participantes do grupo, do conhecimento biológico no sentido de melhor compreendê-lo. Para tanto, os

pesquisadores do grupo questionam seus participantes sobre vários aspectos do conhecimento biológico – por exemplo, conceitos que ainda se encontram pouco compreendidos pela Biologia teórica; ideias reducionistas e/ou fragmentadas desse conhecimento, apresentadas pelos próprios participantes do grupo. Dessa forma, esses pesquisadores, ao identificarem os obstáculos epistemológicos desse conhecimento os traduzem em problemas de pesquisa e, juntamente com os participantes do GPEB, enfrentam tais problemas com o objetivo de desenvolver possíveis avanços epistemológicos no campo da Biologia teórica.

Para Carbone (2009, p. 175), “o termo Epistemologia pode significar as diferentes formas de discussão, explicação e compreensão do conhecimento científico ou as teorias do conhecimento elaboradas sobre a relação entre o sujeito que conhece e os objetos a serem conhecidos”. Com base nessa perspectiva, a relação sujeito-objeto do conhecimento biológico permanece central na epistemologia desenvolvida no e pelo GPEB.

### 1.1. A BIOLOGIA COMO CIÊNCIA AUTÔNOMA

Inicialmente é preciso destacar que a Biologia, como ciência, nasceu no início do século XIX e não parou mais de se desenvolver. Jacob (1998) destaca o grande paradoxo que surgiu com base nesse desenvolvimento, ou seja:

Organismos apresentando formas muito diferentes são construídos com a ajuda das mesmas baterias de genes. A diversidade de formas é devida a pequenas alterações nos sistemas de regulação que governam a expressão dos genes. A estrutura de um animal adulto resulta do desenvolvimento do embrião que lhe dá origem. Se um gene for expresso um pouco mais cedo ou um pouco mais tarde durante esse desenvolvimento, se ele funcionar com maior abundância em tecidos um pouco diferentes, o produto final, o animal adulto, terá sido completamente modificado. É assim que, apesar de suas enormes diferenças, peixes e mamíferos têm mais ou menos os mesmos genes, assim como os crocodilos e os sabiás (JACOB, 1998, P. 9-10).

No âmbito das Ciências da natureza, anteriormente à Biologia, vieram respectivamente, a Física e a Química. Assim, a Biologia, esteve por um período, atrelada, sobretudo, aos princípios da Física. Atualmente a Biologia (principalmente a Biologia Molecular e a Genética) ocupa uma posição central nas Ciências da natureza e para destacar sua singularidade, é necessário que ela seja compreendida como uma ciência que possui propriedades as quais caracterizam o mundo vivo.

De acordo com Monod (1972) para se conhecer a Biologia é indispensável reconhecer as três propriedades mais gerais dos seres vivos como essenciais à própria definição desses

seres. A primeira delas, denominada de teleonomia, caracteriza-se pela necessidade que os seres vivos possuem de serem dotados de um projeto que, simultaneamente representam em suas estruturas e realizam por meio de suas performances. Segundo Monod (1972),

Todo projeto particular, qualquer que seja, só tem sentido como parte de um projeto mais geral. Assim, todas as adaptações funcionais dos seres vivos, bem como todos os artefatos modelados por eles, realizam projetos particulares que é possível considerarmos como aspectos ou fragmentos de um projeto primitivo único, que é a conservação e a multiplicação da espécie (p. 25).

Assim, pode-se inferir que o projeto teleonômico dos seres vivos objetiva a sobrevivência/conservação e a reprodução das espécies como finalidade, levando em consideração todos os meios que as espécies utilizam para atingir essas finalidades.

Quanto à propriedade teleonômica dos seres vivos, Monod (1972, p. 32) ressalta que, “a pedra angular do método científico é o postulado da objetividade da natureza”, ou seja, a recusa em considerar que toda interpretação dos fenômenos produzida em termos de causas finais – ou seja, de projeto – seja capaz de conduzir a um conhecimento <<verdadeiro>>.

Assim, para Monod, tal postulado é indemonstrável, visto que “é impossível imaginar uma experiência que pudesse provar a *não-existência* de um projeto, de uma finalidade perseguida onde quer que seja na natureza” (MONOD, 1972, p. 32, grifo do autor). Para o autor, a objetividade obriga ao reconhecimento do caráter teleonômico dos seres vivos, admitindo que, em suas estruturas e performances, eles realizam e perseguem um projeto.

Uma segunda propriedade dos seres vivos é a morfogênese autônoma, resultante das interações morfogenéticas internas do próprio ser vivo. Assim, a estrutura de um ser vivo resulta de um processo que independe (ou depende pouco) das forças exteriores, sendo que tudo (do mínimo detalhe até a forma mais genérica) depende das interações morfogenéticas internas ao próprio ser vivo. Essa propriedade atribui aos seres vivos uma “liberdade” quase total em relação aos agentes ou condições externas (capazes seguramente de atravancar o desenvolvimento desses seres, porém, de modo algum dirigir seu desenvolvimento ou mesmo impor aos seres vivos sua organização), conferindo um determinismo interno e autônomo aos seres vivos, garantindo a formação e a evolução de suas estruturas complexas.

A terceira propriedade denominada de invariância reprodutiva (invariância ou reprodução invariante), diz respeito à capacidade de reproduzir e transmitir “fielmente” (grifo da autora), as informações correspondentes à sua própria estrutura.

Ainda segundo Monod (1972),

É perfeitamente verdade que estas três propriedades estão estreitamente associadas em todos os seres vivos. A invariância genética só se exprime e

só se revela através e graças à morfogênese autônoma da estrutura que constitui o aparelho teleonômico. Uma primeira observação se impõe: o estatuto dessas três noções não é o mesmo. Se a invariância e a teleonomia efetivamente são <<propriedades>> características dos seres vivos, a estruturação espontânea deve antes ser considerada como um mecanismo. Assim, esse último (mecanismo de morfogênese autônoma) intervém tanto na reprodução da informação invariante quanto na construção das estruturas teleonômicas (p. 27-28).

Monod (1972) também discorreu sobre duas concepções – o vitalismo e o animismo, e no que cada uma admite em relação à Biologia e suas supostas relações entre a invariância e a teleonomia. O vitalismo aceita um princípio teleonômico que atua somente na matéria viva (biosfera), ou seja, pressupõe uma força diretriz que atua apenas na matéria viva, sugerindo uma distinção entre os seres vivos e o universo inerte. Para alguns vitalistas (os científicos), a invariância e a teleonomia são propriedades que não transgridem as leis da Física, porém, não são explicáveis completamente a partir das forças físicas e interações químicas desvendadas pelo estudo dos sistemas inanimados. Assim, é necessário admitir que os princípios que viriam agregar-se aos da Física, atuam na matéria viva, mas não nos sistemas não-vivos (onde tais princípios vitais não poderiam ser descobertos).

A segunda concepção, o animismo, recorre a um princípio teleonômico universal (responsável pela evolução da biosfera e do universo) e defende que os seres vivos são os frutos mais perfeitos e elaborados da evolução que culminou no homem e na humanidade. Assim, segundo Monod (1972),

Ambas concepções fazem de um princípio teleonômico inicial o motor da evolução (ou da biosfera ou do universo como um todo). Porém, aos olhos da moderna teoria científica, essas concepções estão erradas, e isso não só por razões de método, pois implicam de uma maneira ou de outra o abandono do postulado de objetividade, mas também por razões de fato (por exemplo: a existência de sistemas vivos (célula) e não <<matéria>> viva (MONOD, 1972, p. 51, grifo do autor).

A refutação de alguns princípios básicos da Física que não eram pertinentes à Biologia, também foi decisiva na conquista da Biologia por seu espaço como ciência autônoma. Um desses princípios foi o determinismo, baseado nas leis determinísticas de Newton, que definia que não havia variações ou eventos casuais. Outro princípio refutado foi o reducionismo, que sustentava ser possível – simplesmente – reduzir as propriedades de uma organização complexa à soma das de suas partes. Quanto a isso, Monod (1972) esclarece que,

O estudo dos sistemas microscópicos revela-nos que a complexidade, a riqueza e o poder da rede cibernética, nos seres vivos, ultrapassam de muito o que o estudo das performances globais dos organismos nunca deixaria entrever. E, mesmo que estas análises ainda estejam longe de fornecer uma descrição completa do sistema cibernético da mais simples célula, elas

revelam que todas as atividades, sem exceção, que concorrem para o crescimento e para a multiplicação desta célula, são, diretamente ou não, submissas umas às outras. É sobre tais bases (e não sobre a de uma vaga <<teoria geral dos sistemas>>), que se nos torna possível compreender em que sentido, bastante real, o organismo, com efeito, transcende, observando-as, as leis físicas para ser mais que demanda e realização de seu próprio projeto (MONOD, 1972, p. 92-93).

Com relação ao papel do acaso nos processos e fenômenos biológicos, interessa à Biologia a noção de acaso que assume uma *incerteza essencial* (grifo nosso), ou seja, as coincidências decorrentes do cruzamento de duas séries de acontecimentos causais completamente independentes entre si. Tais coincidências são absolutas. Dessa forma, na Biologia, ocorre independência total entre os eventos que podem gerar ou mesmo permitir uma falha/erro na replicação da mensagem genética, bem como em seus resultados funcionais (MONOD, 1972). Segundo esse autor,

Dizemos que essas alterações (do DNA/mutação) são acidentais, que ocorrem ao acaso. E, porque elas constituem a *única* fonte possível de modificações do texto genético, *único* depositário, por sua vez, das estruturas hereditárias do organismo, segue-se necessariamente que *apenas* o acaso está na fonte de toda novidade, de toda criação na biosfera. O acaso puro, o só acaso, liberdade absoluta, mas cega, na raiz mesma do prodigioso edifício da evolução: hoje, essa noção central da biologia moderna não é mais uma hipótese entre outras possíveis, mais ou menos concebíveis. É a única hipótese concebível, como também a única compatível com os fatos de observação e de experiência. [...] (MONOD, 1972, p. 129-130).

Assim, Monod (1972) acredita que o acaso opera em uma escala microscópica. Dessa forma, uma alteração do DNA/mutação, em uma determinada espécie, ocorre casualmente/eventualmente, sendo que, uma mutação ao nível de indivíduo é uma exceção, porém, ao nível de população, é uma regra. Segundo Monod (1972, p. 113) “o acaso é captado, conservado, reproduzido pela maquinaria da invariância e assim convertido em ordem, regra, necessidade”. E continua:

Entre os acontecimentos que podem provocar ou permitir um erro na *replicação* da mensagem genética e suas conseqüências funcionais, também há independência total. O efeito funcional também depende da estrutura, do papel atual da proteína modificada, das interações que ela garante, das reações que ela catalisa. Tudo, coisas que nada tem a ver com o próprio acontecimento mutacional, nem com suas causas imediatas ou remotas, e, aliás, qualquer que seja a natureza, determinista ou não, dessas <<causas>>. Enfim, na escala microscópica uma fonte de incerteza mais radical ainda, enraizada na estrutura quântica da própria matéria. Ora, uma mutação é em si um acontecimento microscópico, quântico, ao qual, em conseqüência, se aplica o princípio da incerteza. Acontecimento, portanto, essencialmente imprevisível por sua própria natureza (MONOD, 1972, p. 131-132).

Já, o processo de seleção (caracterizado pela taxa diferencial de reprodução no interior da espécie), pode favorecer ou não uma determinada espécie que sofreu uma mutação, operando assim em uma escala macroscópica, ou seja, no nível do organismo. Dessa forma, o processo de seleção atua sobre os produtos do acaso (num domínio de exigências rigorosas do qual o acaso foi banido).

Para Monod (1972),

Uma vez inscrito na estrutura do DNA, o acidente singular e, como tal, essencialmente imprevisível, vai ser mecânica e fielmente replicado e traduzido, isto é, ao mesmo tempo multiplicado e transposto para milhões ou bilhões de exemplares. Tirando do reino do puro acaso, ele entra no da necessidade, das certezas mais implacáveis. Pois é na escala macroscópica, a do organismo, que a seleção opera (MONOD, 1972, p. 137).

Assim, para Jacob (1998, p. 89) “o mundo vivo se parece com um tipo de jogo de armar”, ou seja,

Ele (o mundo vivo) é produto de um vasto combinatório onde elementos mais ou menos fixos, segmentos de genes ou blocos de genes determinando módulos de operações complexas, são ajustados segundo vários arranjos. A complexidade trazida pela evolução provém de recombinações novas desses elementos preexistentes. Em outros termos, o aparecimento de novas formas, de novos fenótipos, provém muitas vezes de combinações inéditas desses mesmos elementos (JACOB, 1998, p. 89).

A falta de leis naturais universais em Biologia também deve ser destacada. Apesar de ocorrer regularidades na Biologia, questiona-se se estas estariam associadas às leis naturais da Física, pois elas têm um papel pequeno na construção de teorias biológicas, talvez devido à casualidade e à aleatoriedade, características dos sistemas biológicos (MAYR, 2005).

Hull (1975) ao discutir a existência ou não das teorias e leis biológicas no corpo de conhecimentos teóricos da Biologia, anuncia duas questões que surgem implicitamente na maioria das contradições colocadas pelos exemplos mais comuns de teorias e leis biológicas, como a genética mendeliana, a genética molecular, teoria genética da evolução, teoria sintética da evolução, entre muitas outras.

A primeira dessas questões está relacionada ao fato de que muitos dos exemplos de leis presentes na literatura biológica não sejam leis de processo, ou seja, leis que permitem inferir os estados passados e futuros do sistema. Uma explicação para esse fato é a tendência dos sistemas biológicos serem abertos, dificultando assim a formulação dessas leis. Nesse contexto, outros tipos de generalizações – leis causais, leis de desenvolvimento e leis históricas – podem ocupar o lugar das leis de processo.

A segunda questão, diz respeito à difícil e necessária diferença entre leis naturais e generalizações descritivas, sendo que o critério mais adequado “é a integração real ou subsequente das leis naturais em teorias, enquanto que as generalizações descritivas permanecem como enunciados isolados” (HULL, 1975, p. 104).

Um exemplo é a teoria darwiniana que aborda muitos conceitos importantes do conhecimento biológico. Darwin foi um dos estudiosos que pesquisou sobre a evolução dos seres vivos. Em sua obra *Origem das Espécies* de 1859, descreve com riqueza de detalhes suas observações sobre a fauna e a flora, bem como os experimentos que realizou ao longo de seus estudos como um naturalista singular (principalmente durante sua viagem a bordo do navio inglês Beagle). De acordo com Mayr (2005, p.100) “ao substituir a ciência divina pela secular, Darwin revolucionou profundamente o pensamento do século XIX”.

Mayr (2005, p. 111-112), darwinista convicto, resume abaixo as contribuições de Darwin para o pensamento humano moderno (algumas já citadas anteriormente, porém, não com a ênfase darwinista):

Ele foi responsável pela substituição de uma visão de mundo baseada no dogma cristão por uma visão de mundo estritamente secular. Seus escritos levaram à rejeição de várias noções de mundo anteriormente dominantes, tais como o essencialismo, finalismo, determinismo e a suficiência de leis newtonianas para a explicação da evolução. Substituiu esses conceitos refutados por vários outros novos, cuja importância se estendia amplamente, também, para além da Biologia, como biopopulação, seleção natural, a importância do acaso e da contingência, a importância explicativa do fator tempo (narrativas históricas) e a importância do grupo social para o surgimento da ética. Quase, todo componente do sistema de crenças do ser humano moderno é afetado, de alguma maneira, por uma ou outra das inovações conceituais de Darwin. Sua obra como um todo é o fundamento de uma nova filosofia da Biologia, que se desenvolve rapidamente.

Com relação à Teoria da Evolução, para Caldeira (1997),

A síntese da teoria darwiniana é baseada no sucesso dos seres mais adaptados ao ambiente. As condições ambientais é que selecionariam as mutações favoráveis e conseqüentemente os seres vivos portadores dessas alterações, para que pudessem viver de acordo com cada ambiente natural. Criticada por muitos, utilizada de forma equivocada por ideologias que pretendem justificar as injustiças sociais em nome da sobrevivência dos mais aptos, modificada por outros, mas resistente ao tempo, representa nos dias atuais, a base de discussão para novas pesquisas que tratam sobre esse tema (CALDEIRA, 1997, p. 15).

Mais recentemente, na segunda metade do século XX, a Biologia Evolutiva passou a concentrar seus estudos nas descobertas que ocorriam no nível molecular, principalmente nos processos de funcionamento e regulação gênica. Assim, com base no aprofundamento dos mecanismos de funcionamento molecular, atualmente pode-se falar numa Teoria Sintética da

Evolução (termo cunhado entre 1930 e 1950), cujos fundamentos são os conceitos de mutação, recombinação e seleção natural (CALDEIRA, 1997).

Jablonka e Lamb (2010) defendem que “o pensamento biológico sobre a hereditariedade e a evolução está sofrendo uma mudança revolucionária” (p.13). Nessa perspectiva, surge uma nova síntese, a qual desafia a visão centrada no gene (neodarwinista). Essas mudanças conceituais baseiam-se no conhecimento procedente de quase todos os ramos da Biologia. Assim, essas autoras enfatizam que além da já conhecida dimensão genética da hereditariedade, há outras três dimensões, ou seja: a epigenética, a comportamental e a simbólica. Para essas autoras,

As informações são transferidas de uma geração à outra através de muitos sistemas de hereditariedade que interagem uns com os outros. Além disso, contrariando o dogma atual, a variação sobre a qual a seleção natural age nem sempre é aleatória na origem ou cega à sua função: novas variações hereditárias podem surgir em resposta às condições de vida. A variação muitas vezes é *direcionada*, no sentido de que afeta preferencialmente funções ou atividades que podem tornar os indivíduos mais bem adaptados ao ambiente em que vivem. A variação também é *construída*, no sentido de que, seja qual for sua origem, as variantes que serão herdadas e as formas que assumem dependem de vários processos de “filtragem” e “edição” que ocorrem antes e durante a transmissão (JABLONKA; LAMB, 2010, p. 375, Grifo das autoras).

Meyer e El-Hani (2005) acreditam que “o pensamento evolutivo é o eixo organizador do conhecimento biológico” (p. 114). Para eles, pensar biologicamente é pensar evolutivamente:

É ele que confere sentido à diversidade de ramos do conhecimento que constituem a Biologia. Evolução não é somente mais um conteúdo de Biologia, mas também é o conteúdo mais central de toda essa ciência, sem o qual ela simplesmente não tem sentido (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 114).

Considerando este rápido apontamento sobre as particularidades desta ciência no que tange ao seu objeto de conhecimento e a estrutura de conhecimento que permite a sua compreensão, indica-se a necessidade de que na formação do biólogo/pesquisador e do professor de Biologia tais questões devam estar presentes, pois são essenciais para a compreensão desta ciência para a pesquisa e/ou seu ensino. Neste sentido, algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de melhor contemplar tais questões nos processos formativos.

Sendo assim, dentre as preocupações das investigações sobre a epistemologia da Biologia, assim como expõe Caldeira (2009), podemos encontrar: aquelas que abordam a compreensão das dificuldades conceituais encontradas pelos pesquisadores na elaboração de um conceito; a busca pelo estabelecimento da relação dos vários determinantes históricos,

sociais, culturais, políticos, econômicos que podem interferir em uma determinada área da Biologia; entre outros. Neste âmbito, pesquisas recentes em epistemologia da Biologia têm trazido novos olhares que contribuem para o enriquecimento dessa área de pesquisa.

Um destes estudos foi realizado por Meghioratti (2009) que, ao estudar sobre o conceito de organismo no grupo de pesquisas em Epistemologia da Biologia constatou o desconhecimento da área de Epistemologia da Biologia pelos graduandos de Ciências Biológicas participantes do grupo. Com o desenvolvimento da pesquisa concluiu-se que esses participantes puderam construir uma nova percepção de ciência, integraram conteúdos biológicos e passaram a pensar a Biologia como uma ciência em construção elaboraram explicações mais consistentes e integradas desse conhecimento, desenvolveram uma visão mais sistêmica do conceito estudado e ainda, passaram a utilizar conceitos dos diferentes níveis hierárquicos abordados na pesquisa (ambiente interno, organismo e ambiente externo).

Andrade (2011) realizou um estudo dos obstáculos epistemológicos presentes na compreensão do conceito de gene de graduandos de Ciências Biológicas participantes do Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia. Nesse contexto, concluiu que os obstáculos apresentados por esses sujeitos estavam relacionados aos conhecimentos relativos à Genética e à Biologia Molecular; além disso, que as disciplinas específicas são importantes para a construção do conhecimento biológico, ressaltando que as atividades interdisciplinares (como as desenvolvidas pelo grupo de pesquisa), foram fundamentais no sentido de articular e integrar esses conhecimentos.

Outro estudo foi feito por Justina (2011), visando analisar a contribuição da inclusão de licenciandos no Grupo de Pesquisadores em Epistemologia da Biologia (GEBCA-Unioeste/PR). Seu enfoque se deu na problematização do conhecimento biológico visando contemplar explicitamente os aspectos históricos e conceituais da relação genótipo-fenótipo, além daqueles relativos ao contexto de seu ensino. Com o estudo chegou a conclusão de que houve aprendizagem do conhecimento biológico e de suas relações com a pesquisa e o ensino pelos participantes do grupo, evidenciando uma ampliação do sistema conceitual desses sujeitos em direção à uma visão plural. Assim, na visão da autora,

Construir conhecimento não implica substituir as visões anteriores, mas multiplicar as possibilidades ou atitudes epistêmicas desses conceitos e, finalmente, integrá-las em uma visão plural que re-descreva as relações entre esses componentes num novo sistema, no qual o conhecimento científico não pode substituir outras formas de saber, mas pode, sim integrar hierarquicamente algumas delas, explicitando-as de uma nova forma, e por vezes, promovendo rupturas (JUSTINA, 2011, p. 207).

El-Hani *et al.* (2004), valendo-se de concepções inadequadas encontradas com frequência entre professores e estudantes acerca da natureza da ciência, testou uma proposta de ensino sobre a natureza da ciência com acadêmicos em formação inicial (pesquisadores e professores) no campo da Biologia, enfocando conteúdos epistemológicos explícitos da Biologia. Esse estudo concluiu que a proposta mostrou-se mais diligente ao gerar mudança conceitual no entendimento dos alunos sobre os limites entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento; nas diferenças entre leis e teorias; nas relações entre modelos e evidências, bem como as relações entre conceitos e evidências. Os autores ressaltam que em relação à questão que tratava de conceitos, as conclusões alcançadas não puderam ser estabelecidas com segurança, pois os acadêmicos enfocaram mais os conteúdos biológicos incluídos na questão do que os aspectos epistemológicos.

No contexto dessas diferentes pesquisas, a epistemologia da Biologia pode possibilitar a compreensão da construção do conhecimento científico, valendo-se do entendimento dos fenômenos biológicos por meio da compreensão da lógica da constituição desse conhecimento, ou seja, da apreensão de como os conhecimentos biológicos estão sendo elaborados com base nas pesquisas que a área de Biologia vem acumulando historicamente, sobre o seu objeto de conhecimento – os seres vivos. Nessa perspectiva, passa-se a aprofundar alguns aspectos da epistemologia da Biologia.

## 1.2 A EPISTEMOLOGIA DA BIOLOGIA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA PSICOGENÉTICA

A perspectiva epistemológica aqui adotada faz parte das ideias de Piaget, que desenvolveu estudos os quais contribuíram para a compreensão de conhecimentos no campo da Biologia teórica.

Assim, de acordo com Piaget (1996, p. 247),

A análise epistemológica de um modo de conhecimento consiste em determinar suas condições necessárias e suficientes, não somente do ponto de vista formal ou lógico, mas sob o ângulo das relações entre os instrumentos cognoscitivos do sujeito e os caracteres do objeto, tal como se mostra acessível à experiência desse sujeito (referindo-se eventualmente ao modo como aparece na perspectiva de sujeitos de nível superior, isto é, pelo que respeita o observador).

Piaget escreveu a teoria psicogenética no intuito de responder à questão da origem e desenvolvimento do conhecimento humano. Para tanto, teve como fundamentos a Biologia, a

filosofia kantiana, algumas epistemologias contemporâneas (por exemplo, a Fenomenologia), o Evolucionismo bergsoniano e o Estruturalismo.

Para Carbone (2009), Piaget construiu uma Epistemologia original,

[...] que investiga como o conhecimento é elaborado progressivamente por um sujeito histórico e na relação com os objetos que se encontram no mundo. Investigação árdua e fecunda, à medida que descreve e explica os vários conceitos desde sua gênese e sua construção operatória. Sua obra, que trata da linguagem, do espaço, do tempo, do objeto, da causalidade, da velocidade, da Matemática, da Biologia, da Física, da noção de substância, da inteligência, da moralidade, da imagem, do sonho, do símbolo, do mental etc., explica o domínio do conhecimento e suas estruturas de percepção, vivência, pensamento, representação, simbolismo e operação (CARBONE, 2009, p. 173).

Segundo Bellini (2007; 2012) até a década de 1970, para Piaget, o pensamento biológico foi tratado com menor atenção (do que o físico e o matemático, por exemplo), pois era baseado essencialmente na experimentação, recorrendo pouco à atividade mental do sujeito. Segundo a autora, o epistemólogo conferiu isso ao caráter realista do pensamento biológico, que necessita da anterioridade de seus objetos de conhecimento (seres vivos), bem como das informações advindas dos fenômenos naturais. Assim, o pensamento biológico tem como alicerce a experiência física, que utiliza minimamente a experiência mental, ou seja, a dedução e a criação teórica do sujeito cognoscente, como requerem os conhecimentos da Física e da Matemática (BELLINI, 2007; 2012).

Em seus estudos Piaget (1981) aponta dois aspectos distintos da epistemologia biológica. O primeiro diz respeito ao fato de a Biologia conduzir a questão da atividade do sujeito atrelada aos objetos exteriores. Dessa forma,

O conhecimento biológico comporta quanto à relação sujeito-objeto um tipo de atividade operatória que reduz o papel do sujeito a um mínimo: ela não pode prescindir dos objetos e dos “dados” fornecidos pela natureza (BELLINI, 2012, no prelo).

O segundo aspecto diz respeito ao objeto de estudo da Biologia, ou seja, o organismo vivo. Em síntese, ao mesmo tempo em que o objeto da Biologia é o organismo vivo, esse mesmo organismo é o sujeito do conhecimento biológico. Assim, a relação entre os mecanismos cognitivos e vitais torna-se evidente por si mesma, ou seja, pelo fato de existir uma estreita ligação entre a vida mental (em geral) e a vida orgânica. Com relação a esse aspecto, Piaget (1981, p. 257) esclarece que:

Em termos mais simples, pode dizer-se que ao biologista – na medida em que ele próprio é um ser vivo, e conhecendo-se (ou julgando conhecer-se) a si mesmo por experiência directa ou interna – não seria possível interpretar os fenômenos vitais, sem se achar influenciado pelas suas idéias acerca do

comportamento em geral – inclusivamente mental – e, isso, independentemente de qualquer hipótese acerca do problema das relações entre a biologia e a psicologia científica (problema esse, em que pode perfeitamente jamais haver reflectido).

Em consequência disso, torna-se evidente a relação implícita entre a vida orgânica e a mental (em geral), bem como a vida orgânica e os mecanismos de conhecimento. Assim, epistemologicamente, a Biologia é importante como estudo dos conhecimentos no sujeito em geral (homens, animais e plantas), e não exclusivamente como modo de conhecimento do sujeito-biologista (PIAGET, 1981).

De acordo com Bellini (2007; 2012), para Piaget a epistemologia da Biologia nos mostra a interdependência do sujeito biólogo e seus objetos, ou seja,

[...] o conhecimento biológico é mais realista que a própria física, ou seja, trabalhamos com “objetos” plantas, animais e outros seres todos mais próximos a nós, em escala de tempo e espaço, e destes objetos não podemos fugir. Não podemos descrever uma planta sem a presença da planta. Dela extraímos os dados. Nesse sentido, a dedução desempenha em biologia um papel muito menor que na física. Os dados “exteriores” são mais independentes do sujeito que no campo elaborado pelo matemático. Temos que nos prender aos objetos para pensá-los. Por ser uma forma de conhecimento que abarca a história de desenvolvimentos, a dedução sofre severas limitações para o desenvolvimento da biologia (p. 33).

Segundo Piaget (1996) o conhecimento biológico também apresenta duas dimensões distintas, porém inseparáveis: uma diacrônica e outra sincrônica. A primeira satisfaz as noções de evolução ou de desenvolvimento individual, sendo, portanto, caracterizada pela noção de desenvolvimento, típica dos fenômenos vitais e cujos domínios aos quais se levantam os problemas diacrônicos são o da variação/evolução e o da ontogênese. A dimensão sincrônica correspondente aos problemas fisiológicos. Essa dimensão obedece aos problemas centralizados ao redor da noção de organização, comum à Biologia e aos mecanismos cognitivos.

Sobre essas duas dimensões, características da relação sujeito/objeto do conhecimento biológico, Bellini (2007) entende que, quanto à sua natureza predominantemente diacrônica “estuda-se a evolução de uma planta, um animal, paleontologia em comparação com a forma atual” (p. 35). Isso torna os fenômenos biológicos resistentes à matematização, ou seja: “o pensamento biológico usou as dimensões básicas da matemática para construir modelos de classificação e de comparação”. Em relação à segunda dimensão, de natureza sincrônica, esta se refere à autonomia do sujeito frente aos sistemas biológicos, que são abertos, ou seja, possibilitam trocas com o meio (BELLINI, 2012, no prelo).

Piaget (1996) ainda apresenta como resultado do exercício das funções cognitivas humanas, três categorias de conhecimento, ou seja, os inatos, àqueles adquiridos em função da experiência e os lógico-matemáticos.

Em relação aos conhecimentos inatos, aqueles estruturados por meio de uma programação hereditária ou instintiva – aqueles de certas estruturas perceptivas e que são fechados numa lógica, porém, cristalizada numa programação inata e rígida e cujo teor faz referência a dados, em geral, inatos sobre o meio. Esse tipo de conhecimento possui extensão real questionável e caráter restritivo, implicando num grande problema biológico, ao se opor à riqueza dos instintos animais. Piaget atribui essas características ao comportamento e não propriamente ao conhecimento (PIAGET, 1996).

Os conhecimentos adquiridos (portanto, não hereditários) iniciam-se devido à aprendizagem e têm como forma superior aquilo que se conhece por conhecimento experimental. Esse conhecimento ocorre por meio da experiência física em todas as suas formas, isto é, dos objetos e suas relações (com abstração dos objetos como tais), advindos da experiência prática, ou seja, desde a aprendizagem até o conhecimento físico. A experiência física está em oposição à experiência lógico-matemática, no sentido da informação ser tirada do objeto e não da ação. Assim, segundo Piaget (1996, p. 376),

Mas é evidente que este objeto pode ser tanto da ação ou a consciência própria quanto um objeto exterior, na medida em que a informação é obtida por observação ou experiência (física, biológica ou psicológica) e não por abstração reflexiva, isto é, de fato, por construção lógica ou reconstrução convergente de natureza formal (em graus diversos).

Por último, os conhecimentos lógico-matemáticos. São progressivamente construídos e ligados à inteligência, inicialmente resultam da experiência, porém tornam-se rapidamente independentes, sugerindo que sejam extraídos das coordenações gerais das ações exercidas pelo sujeito sobre os objetos e não dos objetos como tais. De acordo com Piaget (1996),

Os conhecimentos lógico-matemáticos não são hereditários, porque são adquiridos, por vezes mesmo com dificuldade, e dão assim lugar a uma espécie de aprendizagem frequentemente confundida com as aprendizagens autênticas. Não se reduzem, todavia, a estas últimas no sentido de serem tirados da experiência exterior e distinguem-se desta por uma série de caracteres endógenos. É preciso, pois, examinar de perto esses problemas, porque a posição biológica das estruturas lógico-matemáticas é um caso a parte e parece tão significativa para a biologia quanto para a epistemologia da matemática (p. 347).

Com relação a esse instrumental lógico-matemático do pensamento biológico, caracterizado por classificações, estabelecimento de relações, medidas e funções, pode-se dizer que na reflexão sobre a epistemologia da Biologia sob a óptica piagetiana percebe-se o

papel do pensamento matemático na maneira como o sujeito conhece o universo biológico. Portanto, estruturas operatórias de naturezas diferentes foram estudadas por Piaget: (i) os agrupamentos lógicos e (ii) os grupos matemáticos (BELLINI, 2007; 2012).

Segundo essa autora, os agrupamentos lógicos são característicos do início do pensamento operatório e permite que o sujeito construa classes ou relações simétricas, além de elaborar relações assimétricas (na presença de uma qualidade e na ausência de unidades e de relações entre as partes). O sujeito, ao tratar de semelhanças ou diferenças, constitui distinções dicotômicas as quais expressam simples comparações quantitativas de parte ao todo. Como exemplo de agrupamentos lógicos no âmbito do conhecimento biológico pode-se citar: as classificações (zoológica e botânica), a anatomia comparada, a embriologia descritiva, a biometria, a genética.

Já, os grupos matemáticos compõem o referencial de um pensamento operacional mais elaborado e é um conjunto de elementos, reunidos por uma operação de composição em que existem várias possibilidades. Assim, segundo Bellini (2012, no prelo) “os grupos constituem um instrumento intelectual de coerência, que comporta a própria lógica e que é autorregulada, sendo um instrumento de transformações racionais”.

Assim, segundo Bellini (2012, no prelo),

A Biologia classificou os objetos da natureza, elucidou suas relações sob a forma de leis e explicou causalmente as classificações e as suas leis com apenas o caráter qualitativo ou lógico, sem que as medições dessem lugar a uma dedução propriamente dita, como ocorre na matemática e na física.

Bellini (2012) ainda faz referência à abordagem quantitativa no pensamento biológico, ou seja, ao caráter da matematização mais complexa, importante aos modelos explicativos como os da Fisiologia. Segundo a autora, por meio dos estudos de Waddington (como por exemplo: o modelo do gene/ambiente/desenvolvimento; o modelo de paisagem epigenética; entre outros), foi possível ver como uma nova matematização foi apresentada à Biologia e aos seus modelos explicativos. Dessa forma, a autora conclui:

Em síntese, ao longo das discussões que desenvolveu, acerca da epistemologia da Biologia, Piaget mostra que os “agrupamentos” lógicos constituíram o referencial predominante a que recorreu o pensamento biológico em sua história inicial. Nesse percurso, um marco fundado na estrutura de grupo surge como um desafio para a mudança de patamar de pensamento biológico. Piaget evidenciou, também, que a freqüente resistência dos processos biológicos à matematização reside no caráter predominantemente diacrônico da Biologia e, também, no fato de essa ciência tratar essencialmente de sistemas abertos. No entanto, a Biologia epigenética de Waddington abriu um novo campo para que pudéssemos avançar em sistemas de raciocínio semi-dedutivo e dedutivo. A teoria da epigênese, hoje aceita conforme Keller (2000), mostra que o pensamento

biológico como havia preconizado Piaget na década de 1960, apresenta-se em um patamar mais complexo com modelos mais elaborados cuja matematização saiu dos agrupamentos ou modelos de encaixe (BELLINI, 2012, no prelo).

Assim, a matemática também está presente na natureza. Stewart (1996) discorre sobre a presença de padrões (de forma, número, simetria, movimento) na natureza, como por exemplo: aquele de listras que cobrem os tigres e as zebras e as manchas presentes nas hienas e nos leopardos; do número de pétalas das flores; a simetria bilateral de muitos animais; as várias conchas que formam espirais; a forma geométrica de muitos vírus; os grupos complexos de ondas e dunas que fornecem pistas para as regras que conduzem o fluxo das águas, da areia e do ar; os arcos de luzes coloridas que formam o arco-íris; o halo circular brilhante que, no inverno, envolve a lua; a movimentação regular das estrelas no firmamento noturno; a regularidade das estações do ano; a simetria hexagonal dos flocos de neve; as gotas circulares de água da chuva, entre outros exemplos.

Esse autor chama a atenção para o reconhecimento de novos tipos de padrões na natureza, como fractais e caos. Os primeiros são formas geométricas que reproduzem sua estrutura em escalas gradativamente menores. Um exemplo disso é a forma das nuvens, que são independentes de escala, ou seja, não se pode dizer o tamanho de uma nuvem somente por meio de observação. O caos é uma espécie de aleatoriedade invisível e está bem constituído como fenômeno matemático. Sua procedência é completamente determinística, porém, devido às suas características, seus efeitos não são regulares, ou seja, há discrepância entre causa e efeito. Um exemplo desse tipo de padrão é o tempo meteorológico (STEWART, 1996).

Segundo o autor,

O caos está derrubando as hipóteses confortáveis sobre o funcionamento do mundo e mostrando que o universo é muito mais curioso do que parece. O caos difunde dúvidas sobre vários métodos tradicionais da ciência, ou seja, simplesmente saber sobre as leis da natureza não é mais satisfatório. Por outro lado, o caos deixa claro que algumas coisas que a ciência pregava como sendo aleatórias, podem ser consequências de leis simples. O caos na natureza é limitado por regras (STEWART, 1996, p. 94).

Em síntese, pode-se concluir que, estudos em epistemologia da Biologia fornecem, além da compreensão dos conceitos fundamentais que sustentam essa ciência, um instrumento para o entendimento dos fundamentos da Biologia, bem como para seu ensino, ou seja, quais os fundamentos básicos do conhecimento biológico são indispensáveis na formação de professores de Biologia. Nessa perspectiva, como articular epistemologia, didática e ensino de Biologia?

### 1.3 A EPISTEMOLOGIA E O ENSINO DE BIOLOGIA

Com base nos principais aspectos que caracterizam a Biologia como ciência e que a confere interconexões, questiona-se: por qual motivo, no contexto do ensino, as discussões sobre os conceitos estruturantes da Biologia estão ausentes e por que ela é apresentada de forma fragmentada?

Quando refletimos sobre o ensino de Biologia, independente do nível de ensino se observa um cenário que consideram subáreas que compõem a Biologia, isto formando um arranjo de disciplinas muito conhecidas dos professores e alunos, como a Ecologia, a Botânica, a Zoologia, a Citologia, a Genética, entre outras. Todavia, a análise dessas subáreas sob a ótica da epistemologia da Biologia apresenta-se sem sentido e o estudo do conhecimento biológico por meio dessas subáreas tem como consequência a submersão da complexidade dos fenômenos biológicos (ANDRADE *et al.*, 2008).

Essas autoras inferiram que:

[...] a forma fragmentada pela qual a Biologia é apresentada, tanto no Ensino Médio como nos cursos de graduação, é uma repetição das linhas de pesquisas que foram se constituindo enquanto a Biologia se desenvolvia. Na pesquisa, essa fragmentação, num determinado momento histórico permitiu a especificidade e o aprofundamento de determinados conhecimentos, porém, atualmente há uma procura por estudar os fenômenos biológicos de maneira interdisciplinar. No contexto escolar, essa interdisciplinaridade deve ser mais destacada, auxiliando a produção de um conhecimento integrado pelos alunos (ANDRADE *et al.*, 2008, p. 20).

Na perspectiva piagetiana, o positivismo, ao limitar-se à análise dos dados observados e abandonar as explicações causais, coopera para a fragmentação das ciências. Para Piaget, a elucidação da estrutura subjacente aos fenômenos é que conduz à interdisciplinaridade. Assim, a interdisciplinaridade torna-se presente quando se recorre a várias disciplinas, no sentido de solucionar um problema específico. Dessa forma, deve ocorrer reciprocidade nos intercâmbios realizados, provocando desenvolvimento recíproco (RUIZ; BELLINI, 1998).

Carneiro e Lepre (2011), ao discutirem as contribuições do pensamento de Piaget para a epistemologia e o ensino de Ciências, concluem que a discussão e a fundamentação epistemológica não podem estar separadas do processo educativo, por ser indispensável ao domínio dos processos de desenvolvimento e aprendizagem no sujeito e na história. Além dos fundamentos que Piaget pode fornecer nesta compreensão, ele mesmo, foi um dos primeiros a defender a relevância da História e da Filosofia das Ciências para a formação de professores e alunos (CARNEIRO; LEPRE, 2011). Tal defesa coaduna-se com as abordagens atuais para o Ensino de Ciências.

De acordo com Matthews (1998), é importante que professores e pesquisadores tenham alguma compreensão de História e Filosofia da Ciência, mesmo que modesta, para exercerem suas atividades de forma mais coerente. Para esse autor, os professores necessitam desenvolver, no mínimo, três competências básicas para ensinar Ciências: (i) conhecer e gostar da Ciência que ensinam; (ii) possuir algum conhecimento sobre a História e a Filosofia das Ciências e (iii) possuir alguma teoria que embase suas atividades na sala de aula (MATTHEWS, 1994). Indicando também a inclusão de elementos de história e epistemologia no currículo das Ciências, no intuito de

Humanizar as Ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; contribuir no sentido de fazer com que as aulas de Ciências sejam mais desafiadoras e reflexivas, com conseqüências no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes; fornecer uma compreensão mais global de matéria científica, isto é, superar do “mar de falta de significação” que inundou as aulas de ciências, em que fórmulas e equações são recitadas sem que os estudantes saibam suas significações; podem aprimorar a formação do professor, auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da Ciência mais rica e autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das Ciências, bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Diante desse cenário complexo, como transpor de forma apropriada o conhecimento científico para o conhecimento escolar, ou seja, realizar a necessária transposição didática (Carvalho, 2009) de maneira a fazer com que o ensino de Biologia atinja a qualidade almejada? Assim, segundo Bellini (2007) apesar de o conhecimento possuir contextos distintos na academia (onde ele é produzido) e na escola (onde ele é ensinado), é possível a aproximação das bases epistemológicas da Biologia daquelas de seu ensino escolar.

Para tanto, faz-se necessário estudar os conceitos, a metodologia adequada para a exposição dos (vários) conteúdos biológicos, bem como as estratégias das Ciências Biológicas.

Bellini (2007; 2012) ao refletir sobre a colaboração dos estudos de Piaget para a iniciação à Biologia, enfatiza que a epistemologia do pensamento biológico determina que essa Ciência não pode prescindir da observação e da experimentação e, ainda, que o biólogo precisa do objeto de estudo da Biologia, ou seja, os seres vivos, para que possa elaborar leis e teorias. Dessa forma,

[...] quando Piaget discute o ensino de Ciências, ele aponta o desenvolvimento do espírito de experimentação como algo fundamental. Em sua argumentação lembra-nos que a tendência natural do espírito humano é a de intuir o real e deduzir, não de experimentar, porque a experimentação não é como a dedução, uma constatação livre, espontânea e

direta da inteligência. A experimentação supõe a submissão do espírito aos dados exteriores, aos caracteres percebidos, ao jogo de semelhanças e diferenças: isso exige um esforço maior de adaptação. Nesse sentido, a natureza “realista” do conhecimento biológico faz da Biologia um território importante para o exercício da observação, do estabelecimento de relações, da identificação de padrões (BELLINI, 2012, no prelo, grifo da autora).

Entretanto para Carneiro e Lepre (2011), na perspectiva piagetiana o ensino das Ciências experimentais durante a Educação Básica, aponta uma deficiência das escolas tradicionais, isto é, o descuido na formação dos alunos quanto à experimentação. Esta é importante, pois existe uma atividade do sujeito que constrói ativamente o conhecimento, tendo como base a experimentação.

Para Carbone (2009) o conhecimento, na perspectiva da Epistemologia piagetiana, é uma elaboração ativa do sujeito sobre as coisas, não se submetendo a um automatismo de acordo com as experiências do sujeito. Assim, segundo o autor,

Nessa forma de pensar o processo de cognição é decisivo o diálogo com a tradição racionalista, que estabelece o conhecimento do mundo por meio do primado da representação ou do sujeito que conhece (intelecto, consciência, espírito, razão), e com a tradição empirista, que coloca o papel originário na experiência para o conhecimento das questões que envolvem a experiência. Na obra de Piaget não temos um racionalismo cartesiano, que estabelece o sujeito como organizador das coisas, nem empirismo humano, que estabelece a experiência como fonte do conhecimento sobre as “questões de fato”. No entanto, é no interior das adesões e críticas ao racionalismo e ao empirismo que Piaget elabora sua investigação epistemológica: que não é empirista nem racionalista (CARBONE, 2009, p. 173-174, grifo do autor).

Segundo Andrade *et alli.* (2008), mediante relatos de graduandos de licenciatura em Ciências Biológicas, percebeu-se que algumas questões intrínsecas à epistemologia da Biologia em geral não fazem parte do repertório do ensino e da pesquisa biológica. Esse fato acaba por determinar, para professores e alunos, uma formação biológica profundamente empirista (o chamado empirismo ingênuo) e determinista.

No GPEB, uma maneira encontrada de tentar ultrapassar a concepção empirista trazida pelos estudantes de Ciências Biológicas, baseia-se na problematização dos conceitos estudados pelo grupo. Essa problematização tem por objetivo fazer com que esses estudantes reconstruam seus conhecimentos com base na relação sujeito-objeto do conhecimento biológico.

Como discutido anteriormente, as características do conhecimento biológico, físico, químico e matemático são muito distintas. Nessa perspectiva, pode-se inferir que cada ciência particular possui uma epistemologia própria, o que torna impraticável um projeto

epistemológico padrão. Ao transferir essa ideia para o campo do ensino sugere-se o emprego de diferentes maneiras de exposição/abordagem dos conteúdos, para cada uma dessas Ciências, levando-se em consideração que se trata de campos científicos distintos, com objetos de estudos distintos, que se constituíram como conhecimentos específicos (BELLINI, 2007; 2012). Assim, a autora salienta que

No ensino de ciências especificamente iniciar o ensino de Ciências pelas representações tira dos jovens alunos a oportunidade de apreciar os conhecimentos e suprime o fato de o pensamento biológico recorrer predominantemente aos “agrupamentos” lógicos tem uma implicação educacional bastante significativa: a Biologia é uma ciência que tem áreas acessíveis às crianças no processo de iniciação à ciência (BELLINI, 2012, no prelo).

Autores como Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009) defendem um modelo padrão de ensino escolar para as Ciências Naturais. Porém, defende-se nessa tese, uma epistemologia própria para cada uma das Ciências da natureza, em especial para a Biologia. Nesse contexto, para que sejam produzidas mudanças qualitativas importantes no que se refere à compreensão do conhecimento biológico, faz-se necessária a inclusão de discussões epistemológicas na formação inicial de professores de Ciências e Biologia.

Brando (2010), ao desenvolver pesquisa no GPEB sobre os aspectos epistemológicos da Ecologia, mais especificamente sobre as relações e interações ecológicas presentes em comunidades vegetais do cerrado concluiu que o processo do estudo auxiliou os participantes do grupo na compreensão dos diferentes campos da Ecologia teórica, das características da pesquisa nessa área, além de desenvolverem relações entre a construção da ciência ecológica e seu objeto de estudo. Esse estudo aplicado e contextualizado de conceitos ecológicos (mais especificamente o de sucessão e interações ecológicas) foi significativo para a construção de conceitos em uma rede conceitual integrada do conhecimento biológico.

Alguns autores como El-Hani *et al.* (2004); Meghioratti (2004; 2009); Brando e Caldeira (2007); Scheid *et al.* (2007); Bellini (2007); Brando (2010); Andrade (2011); Justina (2011) observaram, ao desenvolverem pesquisas junto a acadêmicos de cursos de Ciências Biológicas, a ausência de discussões em epistemologia da Biologia, além de apontarem a importância da inserção de aspectos epistemológicos na construção de conceitos biológicos nos diferentes níveis de ensino. Essa lacuna na formação inicial de professores de Biologia ocasiona deformidades conceituais, as quais trazem consequências que refletem no ensino da disciplina de Biologia no Ensino Médio, perpetuando conceituações inadequadas.

Caldeira (2009) ao refletir sobre a epistemologia da Biologia enfatiza que, para garantir a representação formal dos conceitos científicos pelos estudantes, faz-se importante

“uma construção epistemológica baseada nos domínios da linguagem, das habilidades cognitivas e nos elementos conceituais. São domínios interdependentes que devem ser construídos durante o processo de aprendizagem” (p. 80).

Para a autora,

Entre o pensamento e linguagem escrita, há um caminho a ser percorrido, caminho esse que os professores só alcançam por meio de diferentes linguagens. Também é por meio destas que eles se comunicam. Por meio das linguagens, ações podem ser desencadeadas gerando dados e informações que serão consolidados em conhecimentos. Durante o percurso de geração de significados, múltiplas influências ocorrem e os alunos devem se ater somente às que forem constituintes fundamentais à construção epistemológica dos conceitos científicos. Dessa forma, a ação Didática deve oferecer múltiplas possibilidades e habilidades para que novas significações sejam estabelecidas. Essa rede de significações pode ser tecida no que denominamos “Domínios Epistemológicos para a construção de conhecimento em Ciências Naturais” (p. 79).

Dessa forma, no âmbito do domínio das linguagens e seus valores, essas podem ser: sinestésicas, não verbais e ainda simbólicas (ler, escrever, interpretar, falar, dialogar, discutir, representar por meio de formas, tabelas, gráficos, esquemas). No domínio das habilidades cognitivas, são citados os juízos perceptivos (a observação), as inferências, a formulação de hipóteses, ligadas à habilidade de percepção. E por último, quanto aos exemplos de domínio dos conceitos científicos: identificar seres vivos e fatores ambientais, estabelecer relações entre os seres vivos e entre eles e o ambiente, conceituar competição e coexistência entre seres vivos e fatores ambientais (CALDEIRA, 2009)

De acordo com Maldaner (2000), uma maior preocupação com a epistemologia na ação profissional – na produção científica e naquela dos saberes e conhecimentos na relação pedagógica – poderia proporcionar novos níveis de compreensão do saber profissional. Em relação à pesquisa científica, haveria maior preocupação com o entendimento da natureza da Ciência, seu significado para a humanidade, bem como seus rumos futuros. Já, em relação à educação formal, devido à interação pedagógica, a preocupação poderia voltar-se à compreensão dos processos de constituição dos conhecimentos e dos próprios sujeitos envolvidos (estudantes e professores), bem como, à produção de orientações curriculares mais contextualizadas. Assim, poderia haver um melhor entendimento do quanto de pedagógico há nas relações produzidas pela atividade de pesquisa e vice-versa.

Em síntese, para que as relações entre professor, aluno e conhecimento tenham a qualidade almejada, além de estudos epistemológicos, são necessários estudos teóricos e práticos em outras áreas do conhecimento, como por exemplo: teoria da aprendizagem, da linguagem e da cognição; das diferentes áreas das Ciências da natureza (Biologia, Física,

Química); da História da Ciência; da Psicologia; da Sociologia. Todas essas áreas do conhecimento são necessárias a um melhor entendimento do processo de produção do conhecimento científico, bem como de seu ensino e aprendizagem, que são constituintes da área de Didática das Ciências. Com base nesse contexto, serão discutidos os principais aspectos da Didática, os quais favorecem o ensino de Ciências.

#### 1.4. A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

Caldeira e Bastos (2009) entendem a Didática das Ciências como campo de estudos que contribui para que se formem professores capazes de articular teoria e prática de forma reflexiva e de incorporar as especificidades de sua área de atuação, seja ela a Biologia, a Física, a Química, permitindo o desenvolvimento do aluno como sujeito cognoscente e atuante em seu meio social.

Há um debate sobre o que a Didática das Ciências é e contempla. Sobre isso Cachapuz *et al.* (2001) refuta a concepção de uma Didática das Ciências voltada à aplicação prática da psicologia da aprendizagem. Para o autor, tal concepção é um obstáculo ao desenvolvimento da área como campo específico do conhecimento, pois sugere a tradicional e arriscada crença de que ensinar é uma atividade simples na qual são necessários apenas conhecimentos científicos e alguma prática. Dessa forma, apesar dos vínculos positivos da área com as Ciências da Educação, alguns acreditam que a Didática das Ciências apresenta um papel puramente prático (instrumental), servindo de campo de aplicação dos conhecimentos teóricos elaborados pelas Ciências da Educação.

A pesquisa acadêmica na área da Didática das Ciências produziu várias elaborações teóricas importantes, porém, o trabalho do professor – de Biologia, por exemplo, não se edifica valendo-se apenas da teoria (produção acadêmica em educação), mas também dos saberes (conhecimentos, competências, habilidades/aptidões, atitudes) da prática docente (CALDEIRA; BASTOS, 2009).

Nesse contexto, Tardif (2002) ao refletir sobre as relações entre teoria e prática, refuta a concepção tradicional dessa relação, ou seja, aquela em que o saber está exclusivamente ao lado da teoria, sendo a prática privada de saber e ainda, portadora de um falso saber, aquele procedente de crenças, ideologias e pré-conceitos. Segundo a concepção tradicional, “o saber é produzido fora da prática (por exemplo, pela ciência, pela pesquisa pura, etc.) e sua relação com a prática, por conseguinte, só pode ser uma relação de aplicação” (p. 235).

Em oposição a esta concepção, este autor defende uma relação entre teoria e prática menos redutora e mais real, ou seja,

Se assumirmos o postulado de que os professores são atores competentes, sujeitos ativos, deveremos admitir que a prática deles não é somente um espaço de aplicação de saberes provenientes da teoria, mas também um espaço de produção de saberes específicos oriundos dessa mesma prática. Noutras palavras, o trabalho dos professores de profissão deve ser considerado como um espaço prático específico de produção, de transformação e de mobilização de saberes e, portanto, de teorias, de conhecimentos e de saber-fazer específicos ao ofício de professor. Essa perspectiva equivale a fazer do professor – tal como o professor universitário ou o pesquisador da educação – um sujeito do conhecimento, um ator que desenvolve e possui sempre teorias, conhecimentos e saberes de sua própria ação (TARDIF, 2002, p. 234-235).

Como transportar essa visão de articulação entre teoria e prática para o ensino de Ciências/Biologia?

Bastos (2008), ao pesquisar sobre a formação continuada de professores da educação infantil na área de ensino de Ciências, por meio de um projeto envolvendo atividades que são desenvolvidas pelos professores e seus alunos, concluiu que muitas das dificuldades vivenciadas e relatadas pelas professoras nos períodos de planejamento e condução das aulas estiveram relacionadas principalmente à articulação entre teoria e prática.

Segundo esse autor, foi possível observar que as professoras tinham muitas lacunas e distorções em seus saberes disciplinares. Dessa forma, a inconsistência desses saberes pode ter atuado como obstáculo para que essas professoras tomassem algumas decisões importantes, como: quais conteúdos ensinar; como transpor o conhecimento científico em conhecimento escolar, adaptando-o ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos; de que maneira confrontar os questionamentos dos alunos nas várias modalidades de aulas: de apresentação do conteúdo, de discussão, de campo, aulas práticas, entre outras (BASTOS, 2008).

Diante dessas dificuldades entendemos relevante a Didática das Ciências na formação de professores, uma vez que como Cachapuz *et al.* (2001) aponta, o desenvolvimento da Didática das Ciências está intimamente relacionado à provável melhora da atividade docente, isto é,

Podemos afirmar que os professores que já começaram a associar a sua docência à investigação didática, não só obtêm melhores resultados com os seus alunos, como também a docência adquire para eles um novo interesse, uma nova motivação, gerando maior empenho e entusiasmo, sendo uma actividade aberta e criativa, promotora do seu crescimento profissional (p. 171).

Segundo Sanmartí (2002) o ato de ensinar requer dos professores o desenvolvimento de aspectos científicos, tecnológicos, pessoais e ideológicos. De acordo com a autora, a formação necessária para o exercício competente de ensinar Ciências é muito complexa e requer dos professores conhecimentos científicos sólidos dos conteúdos específicos a serem ensinados, além de conhecimentos didáticos teóricos e práticos, que são sínteses de muitos campos de estudo que estabelecem seus conceitos a partir de cada uma das disciplinas científicas: da História e Epistemologia da Ciência; da Psicologia da educação; da Pedagogia; da Sociologia; da Sociolinguística; das Ciências da comunicação, entre outras.

Com base nesses estudos, é possível inferir que a articulação entre teoria e prática no ensino de Biologia, torna-se possível com base no domínio dos conceitos, teorias, fenômenos relacionados ao conhecimento biológico, ou seja, dos saberes disciplinares; do domínio da teoria (produção acadêmica em educação); além dos saberes que Tardif (2002) denomina de saberes experienciais, isto é, aqueles relacionados às ações da prática docente.

Carvalho e Gil-Pérez (1995) defendem que a Didática das Ciências pode articular os componentes acadêmicos de cada área de formação (como por exemplo, a Biologia, a Física, a Química) com a prática docente, no sentido de opor-se ao chamado modelo somatório de saberes acadêmicos que serve de alicerce para a formação de professores de Ciências. Esse modelo é limitante para a integração dos princípios teóricos estudados nos cursos de Educação com a prática docente. Para tanto, é necessário que a Didática das Ciências, reúna alguns requisitos para a devida articulação na formação de professores, a citar

- A. Estar *dirigida à construção de um corpo de conhecimentos específico*, capaz de integrar coerentemente os resultados das pesquisas em torno dos problemas propostos pelo ensino/aprendizagem da disciplina.
- B. Deverá ser proposta como *mudança didática* do pensamento e comportamento docente “espontâneo”.
- C. Estar orientada a favorecer a vivência de propostas inovadoras e a reflexão didática explícita.
- D. Deverá estruturar-se a fim de *incorporar o professor na pesquisa e inovação em didática das Ciências*.
- E. Será concebida, numa *conexão direta com as práticas docentes*, como núcleo integrador dos diferentes aspectos da formação docente (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1995, p. 81, grifo dos autores).

Além dos aspectos relativos ao ensino de Ciências que envolvem a formação de professores há ainda aqueles relativos à aprendizagem das Ciências pelos estudantes.

Campanario e Moya (1999) ao desenvolverem estudos sobre como ensinar Ciências apontam que os estudantes não gostam de estudar essa disciplina. Na tentativa de superar essa dificuldade os autores propõem o emprego de enfoques alternativos e diversificados para o ensino de Ciências (e o abandono do modelo de ensino tradicional por transmissão de

informação), sugerindo como caminho alternativo aos professores a aceitação de estratégias de ensino que conduzam à aprendizagem significativa dos estudantes, como por exemplo: a necessidade dos estudantes desempenharem um papel ativo em sala de aula; a resolução de problemas como estratégia de entendimento dos conteúdos escolares pelos estudantes; o desenvolvimento das capacidades metacognitivas dos estudantes, além da produção de unidades didáticas, ou seja, sequências de ações elaboradas pelos professores, com o objetivo de favorecer a construção dos conhecimentos por parte dos estudantes e ainda, fazer com que eles se familiarizem com algumas características do trabalho científico.

Leva-se em consideração a ideia exposta por Morin (2002), ao abordar as contradições do mundo globalizado atual, em que há um cenário de minimização dos saberes e uma maximização das realidades/problemas, colocando um desafio a educação do futuro. Nesta perspectiva de saberes minimizados e realidades maximizadas, espera-se que o ensino de Ciências enfrente estes desafios em direção a uma educação científica de qualidade para todos os estudantes brasileiros.

A busca por responder ao questionamento inicial, ou seja, sobre a possível articulação entre a epistemologia, a didática e o ensino de Biologia deve levar em consideração a complexidade de relações que envolvem a epistemologia, a Didática das Ciências e o ensino. A conclusão alcançada foi que a epistemologia da Biologia busca compreender os conceitos que a estruturam como área do conhecimento, enquanto a Didática das Ciências possui um campo propício para o desenvolvimento de pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências, cujos reflexos devem estar voltados para um ensino de Biologia cada dia mais coerente, crítico, reflexivo, e estimulante.

Assim, no próximo capítulo, com base na importância da compreensão dos conceitos biológicos para o conhecimento biológico, serão apresentadas e discutidas as principais ideias que envolvem a formação de conceitos; a importância do conceito de interação biológica, objeto de estudo dessa tese, bem como sua imprecisão na literatura biológica e, por fim, a importância do conceito de interação ecológica para o conhecimento biológico.

## 2 A ECOLOGIA E O CONCEITO DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA

A história da Ecologia não pode ser separada de uma reflexão sobre a natureza do homem. Além disso, segundo Drouin (1991), não se pode supor que a Ecologia preexistia a si própria e ainda, que qualquer fenômeno tratado por ela não tenha sido objeto de estudo antes do final do século XIX.

Acot (1990) apresenta cronologicamente a história da Ecologia e destaca que ela envolveu desde as ideias de Aristóteles, passando pelos trabalhos de Lineu, pelos estudos da Biogeografia, por importantes estudos botânicos, antes mesmo de a Ecologia se constituir como campo teórico e disciplinar. Mais recentemente, na segunda metade do século XX (1960 – 1970), a preocupação em nível mundial com a destruição da natureza devido o acelerado desenvolvimento industrial trouxe à tona as discussões ecológicas, principalmente pelos ecologistas.

Aristóteles por vezes é apontado como um “visionário” da Ecologia, uma vez que em sua obra *História dos animais* e, principalmente nos livros VIII e XIX, expõe os diversos modos de vida dos animais, o qual oscilou entre o levantamento ordenado de observações e a edificação sintética de uma teoria. Porém, de acordo com Acot (1990),

As ilusões recorrentes quanto a Aristóteles são perfeitamente compreensíveis. A extraordinária riqueza e a alta qualidade de suas observações provocam um sentimento de frustração no leitor: se o conjunto das categorias de observações tivesse sido reagrupado num discurso coerente, não há dúvida de que o esboço de uma ecologia teria sido realizado (ACOT, 1990, p. 3-4).

Segundo esse autor, para os historiadores da Biologia que tiveram a missão de descobrir os precursores da ciência Ecologia, dezesseis séculos se passaram sem que uma única obra importante chamasse a atenção, talvez porque esse longo período – da Antiguidade tardia até o período medieval –, não favorecia o questionamento das relações entre os seres vivos, nem entre eles e o meio externo. No entanto, no século XVIII, surgiram os estudos de Lineu.

Acot (1990), na perspectiva do historiador Camile Limonges, afirma que a maioria dos autores considera os trabalhos de Lineu como o lugar do nascimento da Ecologia. Numa segunda perspectiva, a de Stauffer, defende que a noção lineana de *Economia da natureza* constitui o eixo teórico do que se tornará a ciência da Ecologia alguns anos após o seu batismo (feito por Haeckel, em 1866). Entretanto, de acordo com Acot (1990), fazer de Lineu o primeiro ecólogo da história é discutível, pois “em momento algum o grande naturalista

sueco pensa as relações existentes entre os seres vivos e o meio ambiente de outra forma que em termos de repartição ou de equilíbrio providenciais dos seres vivos na superfície do globo” (p. 5).

Ainda de acordo com esse autor,

Na verdade, com Lineu, estamos frente à um naturalista preocupado com teologia que, como naturalista, constata a existência de um *sistema da Natureza* que preside às inter-relações específicas e que, como teólogo, designa uma origem e uma finalidade divinas para esse sistema [...] (ACOT, 1990, p. 5, grifo do autor).

De acordo com Drouin (1991) o lugar de Lineu na história da Ecologia está ligada ao fato de que seria impossível analisar as relações entre as espécies viventes, sem uma prévia identificação precisa dessas espécies. Além disso, seus escritos agrupados com o nome de *Discursos acadêmicos* propuseram uma primeira versão de uma teoria global do equilíbrio da natureza.

No início do século XIX, Humboldt, ao propor pesquisas sobre as relações entre a vegetação e o clima, contribuiu para ordenar a diversidade dos dados biogeográficos recolhidos há mais de um século pelas expedições marítimas e terrestres. Essas pesquisas conduziram à elaboração e ao relacionamento dos grandes conceitos da Ecologia, sendo que esse processo somente irá terminar no final do século XIX (ACOT, 1990).

## 2.1 O DESENVOLVIMENTO DA ECOLOGIA

Acot (1990) esclarece que a natureza da Ecologia advém dos estudos geobotânicos do século XIX. Além disso, expõe uma incoerência no mínimo interessante, ou seja, o fato de que um biólogo, discípulo de Darwin ter batizado uma disciplina científica nova – a Ecologia, sem ter influenciado no movimento de sua construção.

Assim, o vocábulo *oekologie* foi criado por Ernst Haeckel, em 1866. Esse neologismo, formado com os vocábulos gregos *oikos* e *lógos*, significa literalmente “ciência do habitat”. Dessa forma,

O radical indo-europeu *weik* do qual *oikos* é derivado, indica uma unidade social imediatamente superior à “casa” do chefe de família e, portanto, já é portador da dimensão biocenótica em geral contida nas acepções modernas do vocábulo: hoje, os biocenóticos definem de bom grado a ecologia como “ciência das comunidades” (ACOT, 1990. p. 27, grifo do autor).

É no segundo volume da obra *Generelle Morphologie der Organismen*, que Haeckel confere à Ecologia sua definição mais reconhecida: “Por ecologia entendemos a totalidade da

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

Uma terceira definição de Ecologia é proposta por Haeckel em 1868, ligando a tradição biogeográfica à da economia da natureza:

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

Em 1869, Haeckel propõe outra definição (bem próxima dessa última), porém, faz referência explícita ao darwinismo:

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

A última definição apareceu na *Anthropogénic*, em 1874:

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

Segundo Acot (1990) valendo-se dessas cinco definições, observa-se que o conceito de Ecologia, segundo Haeckel, “constituiu-se, pelo menos em parte, no quadro científico e ideológico da economia da natureza, dos equilíbrios naturais e da adaptação dos seres vivos às suas condições de existência” (p. 28).

Em 1895, a palavra “ecologia” aparece pela primeira vez no título de um tratado de geobotânica geral, cujo autor foi Eugen Warming, considerado o fundador da Ecologia como ramo/disciplina original da Biologia. Assim, segundo E. Warming,

A geografia vegetal trata da distribuição das plantas na superfície terrestre e dos princípios que a determinam. Podemos considerar essa distribuição sob dois pontos de vista diferentes e, por conseguinte, dividir essa ciência em dois ramos, a geobotânica florística e a geobotânica ecológica. [...]. Essa última [...] nos ensina como as plantas e as comunidades vegetais ajustam suas formas e comportamentos aos fatores [de seu meio ambiente] efetivamente atuantes, tais como a quantidade de calor, de luz, de alimentação e de água que se acham disponíveis (apud ACOT, 1990, p. 32).

De acordo com Acot (1990), a complexidade do estudo das formas biológicas (século XIX) deveria conter uma ordem, ou seja, primeiro era preciso determinar as formas principais, depois reagrupá-las em unidades superiores. Warming, como geobotânico e ecólogo, operou esse reagrupamento com base nas relações existentes entre as formas biológicas e o meio ambiente.

No início do século XX, Schimper foi outro botânico, que também teve importância no desenvolvimento da ciência ecológica. Ele estudou, de forma sistemática, como o meio ambiente reflete nos órgãos das plantas, no âmbito da fisiologia vegetal. Seus estudos chegaram à distinção entre a seca física e a seca fisiológica do solo, conferindo à Ecologia, um grande avanço (ACOT, 1990).

Assim, segundo Acot (1990) para a Ecologia, o valor de Warming foi mais importante como síntese teórica do que resultados científicos, sendo que, no século XIX, ele coroa a geobotânica, indo além no que se refere aos fundamentos teóricos da ecologia vegetal. Já, Schimper, ao estabelecer a necessidade de transportar para outro nível de realidade qualquer desdobramento posterior das potencialidades contidas na obra de Warming, inaugura a Ecologia do século XX. Ambos os estudiosos edificaram uma Ecologia estática. Entre 1898 e 1907, com problemáticas semelhantes, ecólogos americanos (F. E. Clements; H. C. Cowles), lançaram as bases de uma ecologia dinâmica, hoje conhecida como botânica das sucessões e cujos conceitos ainda são indispensáveis aos trabalhos contemporâneos.

Assim, segundo Acot (1990, p. 182),

No quadro da história da Ecologia, tratava-se de mostrar, entre outras coisas, em que a lógica do desenvolvimento dessa disciplina (da qual um dos aspectos é representado pela transferência para a Ecologia animal de conceitos da Ecologia vegetal) esteve ligada ao desenvolvimento das ciências e das técnicas vizinhas (Botânica, Zoologia, dinâmica das populações, técnicas de amostragem entomológicas, etc).

Em síntese, a fase inicial da Ecologia foi orientada por estudos sobre a vegetação. Em seguida, seu desenvolvimento foi marcado por estudos do Reino Animal, sendo que, mais recentemente, em sua chamada “vida adulta”, a Ecologia integrou o homem que, pelo desenvolvimento de sua inteligência e raciocínio foi capaz de adaptar-se aos mais variados ambientes. Como consequência dessa adaptação têm-se as mudanças desses ambientes no sentido de torná-los mais ajustáveis à vida humana, tanto em uma perspectiva biológica, como sociocultural. A ambiguidade presente na inteligência e razão humanas possui dois legados

importantes e contraditórios, isto é, ao mesmo tempo em que permite conhecer seu próprio ambiente, também permite destruí-lo.

Ressalta-se ainda que, a definição atual de Ecologia continua enfatizando as interações entre organismos e o ambiente, ou seja, de acordo com Dajoz (2008) a Ecologia pode ser definida como “a ciência que estuda as condições de existência dos seres vivos e as interações de todo tipo que existem entre esses seres vivos, por um lado, e entre esses seres vivos e seu meio, por outro” (p. V). No entanto, a imprecisão do conceito de interação biológica permanece.

## 2.2 A ECOLOGIA ATUAL

A Ecologia científica que se reivindica como uma disciplina de corpo inteiro mantém uma relação dúbia com o movimento social que tem o mesmo nome: “os cientistas que praticam a Ecologia como disciplina tendem a separar-se da ecologia como movimento. A terminologia registra essa vontade uma vez que distingue o *ecólogo*, formado em *Ecologia*, do *ecologista*, partidário do *ecologismo*” (DROUIN, 1991, p. 19, grifo do autor).

De acordo com esse autor “no próprio interior do campo da Biologia, a Ecologia representa, tal como a Biologia Molecular e a Teoria da Evolução, um elemento unificador” (p. 168).

Assim, atualmente, a ciência Ecologia, como umas das subáreas das Ciências Biológicas, apresenta como objetivo investigar e compreender as relações que os seres vivos estabelecem entre si e com o ambiente no qual estão inseridos. Essas relações podem ser analisadas valendo-se de uma perspectiva mais particular – por exemplo, a interação de uma determinada espécie de inseto polinizador de uma determinada espécie de planta – até uma perspectiva mais abrangente – como as interações que envolvem a estrutura e o funcionamento das comunidades animais e vegetais no ambiente.

De acordo com Mayr (2008), a Ecologia moderna pode ser dividida em três categorias: (i) a Ecologia do indivíduo, (ii) a Ecologia da espécie (Autecologia e Biologia de populações) e (iii) a Ecologia das comunidades (Sinecologia e Ecologia de Ecossistemas).

Com relação à primeira dessas categorias, os estudos envolvem as necessidades ambientais dos indivíduos de determinada espécie, como: a tolerância ao clima, o ciclo de vida, as adaptações, os recursos necessários e os fatores que controlam a sobrevivência dessa espécie, como inimigos naturais, competidores, doenças.

Já, com relação à segunda categoria, a Ecologia da espécie ou Biologia de populações, os estudos abordam a densidade de uma população, a taxa de aumento ou diminuição dessa população sob condições variadas e, ainda, ao lidar com as populações de uma única espécie, os estudos enfatizam todos os parâmetros que controlam o tamanho de uma população, ou seja, taxa de natalidade, expectativa de vida, mortalidade, entre outros. Ainda nessa categoria, estão inclusos os estudos sobre o nicho da espécie, as competições intra e interespecíficas, as estratégias reprodutivas das espécies, além de processos de coevolução.

Por fim, a terceira categoria, a Ecologia de comunidades, que começou a evoluir na medida em que a Ecologia se libertou de suas raízes (da História natural e da Geografia de plantas), tornando-se uma ciência independente. Essa categoria estuda a composição e a estrutura das comunidades constituídas de espécies distintas. Sucessão ecológica, clímax, ecossistemas e biodiversidade são alguns dos conceitos estudados pela Sinecologia (MAYR, 2008).

A ciência Ecologia faz conexões com outras ciências biológicas cujo ensinamento é essencial para o desenvolvimento teórico da Ecologia moderna, como a Microbiologia e a Zoologia. Ciências como a Informática, a Estatística e a Demografia fornecem ferramentas de trabalho ou novas abordagens metodológicas para a Ecologia. Algumas ciências aplicadas nas quais o conhecimento ecológico pode ser aplicado, como a Medicina, o Direito ou as Engenharias (PINTO-COELHO, 2002).

### 2.3 A IMPORTÂNCIA DO CONCEITO DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA

O livro *A tripla hélice* de Lewontin (2002) enfatiza as complexas interações entre genes, organismos e ambiente, além de mostrar os obstáculos da abordagem que entende as características dos seres vivos como explicadas simplesmente por processos genéticos pré-determinados, nos quais atua a seleção natural. Assim, para esse autor,

No presente, o modo de explicação dominante é o genético. Com o reforço de observações que indicam que algumas disfunções humanas resultam de mutações de genes claramente definidos, quase toda variação humana é hoje atribuída a diferenças genéticas. [...]. Se o desenvolvimento de um indivíduo consiste no desdobramento de um programa genético imanente no ovo fertilizado, então as variações observadas no resultado final do desenvolvimento devem ser decorrentes de variações nesse programa (LEWONTIN, 2002, p. 22-23).

Ainda segundo Lewontin (2002), mesmo com o domínio da sequência completa do DNA de um organismo e da capacidade computacional ilimitada à disposição, ainda assim,

“não poderíamos computar o organismo, pois um organismo não computa a si próprio a partir de seus genes” (p. 23). E continua: “para saber por que dois carneiros são diferentes entre si, uma descrição das diferenças genéticas existentes entre eles é insuficiente, podendo ser irrelevante com relação a algumas das suas características”. (p. 23).

Dessa forma, de acordo com Lewontin,

Existe já há muito tempo um vasto conjunto de evidências segundo as quais a ontogenia de um organismo é consequência de uma interação singular entre os genes que ele possui, a sequência temporal dos ambientes externos aos quais está sujeito durante a vida e eventos aleatórios de interações moleculares que ocorrem dentro de células individuais. São essas interações que devem ser incorporadas em uma explicação adequada acerca da formação de um organismo (LEWONTIN, 2002, p. 24).

Apesar de os estágios sucessivos de desenvolvimento internamente fixados ser um traço comum do desenvolvimento eles não são universais. Além disso, o organismo não é especificado pelos seus genes, mas sim pelo resultado particular de um processo ontogenético, que é aleatório em relação à sequência de ambientes nos quais ocorre (LEWONTIN, 2002).

Lewontin (2002) ao refletir sobre as relações entre o organismo e o ambiente afirmou que Darwin, ao elaborar a Teoria da Evolução, “teve de dar um passo revolucionário nas concepções a respeito do organismo e do ambiente, pois até então não havia uma demarcação clara entre processos internos e externos” (p. 47). Darwin, ao estabelecer separação entre os processos que geram o organismo (processos internos) e o ambiente (processos externos), rompeu profundamente com a ideia de que “circunstâncias externas ao organismo podiam ser a ele incorporadas de maneira permanente e herdável por ação da vontade do próprio organismo” (p. 47). Essa cisão entre interno e externo foi importante para o desenvolvimento da Biologia moderna.

Nesse contexto, segundo Lewontin (2002),

Vivemos um tempo em que a continuação do progresso no entendimento da natureza requer que reconsideremos a relação entre externo e interno, entre organismo e ambiente. Pode-se afirmar quase com certeza total que as formas de variação hereditária que surgem não são causalmente dependentes da natureza do mundo em que os organismos se encontram. Não existem evidências convincentes de que as características adquiridas possam ser herdadas ou de que o processo de mutação gênica produzirá um número suficiente das variantes corretas nos momentos apropriados a fim de que as espécies logram sobreviver às alterações ambientais sem a seleção natural. Porém, não há dúvida de que a afirmação de que o ambiente de um organismo é causalmente independente dele e de que as alterações no ambiente são autônomas e independentes das alterações na própria espécie está claramente errada (p. 53).

Esse autor estabelece alguns aspectos da relação entre organismo e ambiente. O primeiro deles, diz respeito à determinação, pelos organismos, de quais elementos do mundo exterior devem constituir seus ambientes, além de quais relações entre esses elementos são importantes para eles. Em síntese, os elementos do ambiente de cada organismo são determinados pelas atividades vitais de cada espécie. Um segundo aspecto dessa relação, é que os organismos constroem ativamente um mundo ao seu redor. Assim, o organismo opera em um espaço autoproduzido, o qual constitui o espaço imediato, dentro do qual ele opera.

O terceiro aspecto aponta que os organismos também alteram constantemente seu ambiente,

Assim, todos os organismos alteram não só os seus próprios ambientes, como também os de outras espécies, de maneira que podem ser essenciais para a vida desses organismos. O entendimento simplista e incorreto do darwinismo, de que “a natureza tem os dentes e as garras sujos de sangue”, de que todos os organismos estão em constante competição e de que a vida se restringe a comer ou ser comido, deixa escapar esse lado produtivo dos processos vitais (LEWONTIN, 2002, p. 60-61).

O quarto aspecto da relação organismo e ambiente é a modulação das propriedades estatísticas das condições externas, à medida que essas se transformam em parte do ambiente dos organismos. Isso envolve cálculos médios de tempos e taxas. Por último, devido à sua biologia, os organismos definem a natureza física real dos sinais originados do exterior. Em síntese, “eles transduzem um sinal físico em outro bem diferente, e é o resultado dessa transdução que as funções do organismo percebem como variável ambiental” (LEWONTIN, 2002, p. 68).

Lewontin, ao esclarecer os vários aspectos da relação entre organismo e ambiente, aborda implicitamente e com frequência à ideia de interação biológica. Isso corrobora com a tese defendida nesse trabalho, ou seja, da centralidade e importância do conceito de interação para o conhecimento biológico. No entanto, percebe-se a ausência da definição desse conceito nos estudos desse autor.

### **2.3.1 A Centralidade e Abrangência do Conceito de Interação Biológica Atestadas por Alguns Exemplos de Interações Biológicas**

Quando se estuda as interações biológicas vislumbra-se um universo muito amplo em que átomos, moléculas, estruturas biológicas (por exemplo: a membrana celular), processos e fenômenos biológicos estão envolvidos em vários níveis, desde o molecular até o ecológico.

Assim, as interações biológicas, independente do nível em que ocorrem, constituem a base de existência dos seres vivos, desde os mais simples (por exemplo: uma bactéria) até os mais complexos.

No sentido de elucidar a importância do conceito de interação biológica para o conhecimento biológico, optou-se por apresentar alguns exemplos de interações biológicas que ocorrem em vários níveis de organização biológica, visando ilustrar, refletir sobre e discutir o conceito de interação biológica.

Nessa perspectiva, pode-se imaginar a quantidade de interações que ocorrem quando um óvulo é fecundado até se transformar em um organismo complexo. Segundo Meyer e El-Hani (2005) os genes participam do processo de desenvolvimento de várias maneiras, inclusive controlando como outros genes são expressos. Assim,

O fato de um gene controlar outro, que, por sua vez, controla outro, e assim por diante, explica por que falamos em *cascatas de regulação gênica*. Estas desempenham um papel importante não só no desenvolvimento, mas também em vários outros processos biológicos. Os genes que controlam outros genes fazem isso por meio da produção de proteínas chamadas de *fatores de transcrição*, os quais se ligam a trechos de DNA adjacentes a outros genes, e regulam a intensidade com que são expressos (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 98, grifo dos autores).

Segundo esses autores, a Biologia do desenvolvimento divide o desenvolvimento em três fases principais:

Numa primeira fase, que ocorre logo depois da fertilização, o embrião, estaria relativamente “livre” para sofrer alterações. Sabemos disso porque a inspeção minuciosa de embriões de espécies próximas muitas vezes revela grandes diferenças nessa fase do desenvolvimento. Essa fase no início do desenvolvimento resultaria da menor complexidade das interações entre as células do embrião, que estariam apenas começando a distribuir-se nos principais eixos que caracterizarão o animal [...]. Na fase intermediária do desenvolvimento, espécies distintas apresentam embriões muito semelhantes. Parece, portanto que, nessa fase poucas mudanças são toleradas, pois nela há uma intensa comunicação entre conjuntos de células que constituem os primórdios de diferentes órgãos e tecidos. É a partir dessa comunicação que as células de cada região do embrião estabelecem suas identidades, definindo os caminhos que seguirão em sua diferenciação. [...]. Na etapa final do desenvolvimento esse cenário muda novamente: o embrião já está subdividido e as diferentes regiões podem sofrer alterações, sem que isso afete as outras. [...]. (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 101-102, grifo do autor).

Após o nascimento, os animais possuem mecanismos (com nível variável de complexidade) para o reconhecimento e interação com o ambiente no qual estão inseridos. Assim, dependem de informações a respeito do ambiente que os rodeia para: encontrar alimentos, acasalar, escapar dos predadores, contornar e avaliar características ambientais

fundamentais à sobrevivência (como luz, temperatura, oxigênio), entre muitas outras. Essas informações são recebidas, processadas e transmitidas pelos “órgãos” sensoriais especializados, com grau de complexidade variável dependendo da espécie em questão, sendo que, no caso dos organismos mais complexos, há a presença de um sistema nervoso central.

Ainda há as inúmeras interações presentes no estabelecimento de associações simbióticas, tanto àquelas que ocorreram no passado, quanto àquelas que continuam e continuarão ocorrendo. Quanto as primeiras, têm-se o exemplo das endossimbioses primárias, ou seja, as quais envolvem interações mutualísticas muito íntimas.

Bactérias ancestrais da mitocôndria ou dos cloroplastos teriam sido ingeridas por organismos unicelulares eucariontes que, em vez de digeridas, seriam mantidas em vacúolos permanentes no citoplasma do parceiro. Evidentemente, a manutenção dessa associação mutualística favoreceu as linhagens eucariontes, descendentes do “predador”, pela disponibilização de compostos químicos de importância, como ATP e açúcares. Nesses dois casos específicos, os parceiros simbiotes mantêm uma associação íntima, um vivendo dentro do outro, por toda a extensão de vida e da história das duas partes. Os parceiros se reproduzem separadamente, mas não se isolam durante esse processo. Mitocôndrias e cloroplastos são passados às novas gerações com o citoplasma da célula-mãe (reprodução assexuada) ou dos gametas (no caso de reprodução sexuada). Eles desenvolveram tal dependência fisiológica que não podem mais sobreviver sem essa associação íntima (BOEGER, 2009, p. 49-50).

Outro exemplo da ocorrência de interações biológicas, em um nível mais específico, são as interações químicas que ocorrem entre átomos, resultando em ligações químicas que formam moléculas, como por exemplo, àquelas constituintes de várias estruturas e processos biológicos dos seres vivos (moléculas orgânicas).

As membranas biológicas são formadas por uma bicamada lipídica entremeada de proteínas. A bicamada lipídica tem por função formar uma barreira impermeável à maioria dos íons e moléculas hidrossolúveis, já as proteínas viabilizam o transporte de determinados solutos, ou seja, as membranas celulares são permeáveis a compostos para os quais dispõem de transportadores específicos, possibilitando trocas entre o meio interno e externo das células. Ressalta-se que as proteínas desempenham muitas outras funções, dependendo do tipo de célula a que estão associadas (MARZZOCO; TORRES, 1999). A própria síntese dessas macromoléculas – a síntese de proteínas –, envolve um número considerável de interações biológicas, as quais, apesar de ocorrerem no nível celular, envolvem a dinâmica do organismo com um todo.

Outro exemplo de interação biológica pode ser analisado nas interações entre antígeno e anticorpo, presentes no sistema imunológico dos seres vivos. Essas interações são de

natureza química e ocorrem em dois estágios: (i) combinação específica entre o determinante antigênico e o anticorpo correspondente; (ii) manifestação do fenômeno visível, como a precipitação ou a aglutinação. Há também duas outras características desse tipo de interação, ou seja, a reversibilidade e a combinação em proporções não fixas, o que distingue a reação antígeno-anticorpo das reações químicas clássicas (CALICH; VAZ, 2001).

Ao pensar em exemplos de interações biológicas no nível genético-molecular é possível citar os diferentes aspectos da expressão gênica, ou seja, mecanismo pelo qual a informação biológica presente no gene torna-se disponível às células. Embora esse seja um mecanismo muito complexo é relativamente constante. Em termos bem gerais, a informação biológica contida no DNA de um gene é primeiramente transferida ao RNA (primeiro estágio da expressão gênica, conhecido como transcrição) e depois à proteína (segundo estágio, conhecido como tradução). A síntese de proteínas é a chave para a expressão da informação gênica. Assim, com base nesses mecanismos complexos que envolvem a expressão gênica é possível observar inúmeras interações biológicas. Ressalta-se aqui que certos vírus podem transferir a informação biológica do RNA para o DNA, porém o “dogma central” ainda hoje permanece como um dos conceitos subjacentes à genética molecular (BROWN, 1999).

#### 2.3.1.1 Alguns exemplos de interações ecológicas

De acordo com Mayr (2008) o pensamento ecológico deve ser aplicado não somente em defesa da conservação, mas também com respeito a todas as interações do homem com o ambiente. Raros são os casos nos quais uma receita simples é suficiente, pois “as interações ecológicas são frequentemente reações em cadeia, cujo resultado somente se torna aparente após análises sofisticadas e minuciosas” (p. 301). Por exemplo, a introdução de flora ou fauna exótica, seja ela programada ou acidental, sempre teve efeitos catastróficos inesperados no ambiente. Isso não pode ser previsto ou evitado pela pesquisa ecológica, porém, pelo menos em parte, pode ser aliviada ou revertida, sendo que, uma análise ecológica criteriosa em momento oportuno pode evitar consequências calamitosas.

Boeger (2009) em sua obra cuja abordagem mostra como as interações ecológicas podem influenciar a evolução do conjunto de espécies que habitam a Terra, não descarta as definições tradicionais das interações ecológicas, no entanto, caracteriza-as como artificiais, inflexíveis e simplistas. Assim, na tentativa de apresentar uma análise mais abrangente dessas interações, discute as sobreposições entre elas.

Esse autor também chama a atenção para o fato de uma interação entre duas espécies apresentar características que as coloca na transição entre uma definição tradicional e outra; o que pode levar à armadilha da dúvida. Dessa forma, segundo esse autor, “sem saber como qualificar uma associação, podemos ignorar suas características biológicas e alocá-la na classificação que atenda às expectativas do grupo ao qual uma das espécies pertence” (p. 30-31). Um exemplo dessa dúvida é o parasitismo facultativo do verme *Pelodera strongyloides*. Esse nematóide vive livremente em solos úmidos, mas é capaz de invadir e sobreviver em folículos pilosos e glândulas lacrimais de mamíferos.

Entre os fungos, por exemplo, estabeleceu-se grande número de interações, as quais envolveram espécies de vários grupos de organismos. Fungos podem ser parasitos de plantas e animais, predadores de protistas e nematoides, comensais de animais e plantas, mutualistas com formigas, cupins e outros insetos, mutualistas com plantas (micorrizas) ou formar líquens, resultado da simbiose com algas. Os líquens são resultados da associação íntima entre fungos e clorófitas (algas verdes) ou cianobactérias (bactérias fotossintetizantes). As células das algas unicelulares ou das cianobactérias se alojam entre as hifas do fungo enquanto produzem compostos orgânicos, sobretudo açúcares, usados pelo fungo como alimento (BOEGER, 2009).

Segundo Futuyma (1992), as interações mutualísticas incluem exemplos de plantas e animais polinizadores, legumes e bactérias fixadoras de nitrogênio, a associação entre muitas plantas vasculares e fungos que formam uma micorriza, uma combinação raiz-fungo, em que esse último utiliza carboidratos sintetizados pela planta e esta se beneficia de uma absorção mais rápida de água e nutrientes.

As aranhas-bola (*Araneidae*, *Cyrtarachninae*), produzem um único fio com gotas de adesivo (secreções que imitam feromônios de sua presa) que utilizam para capturar machos de mariposas de determinada espécie. Esses machos são atraídos por essas secreções e quando se aproximam do fio a aranha recolhe o fio, lançando-o sobre a presa. Esse exemplo de predação é de alta especificidade e dependência, ou seja, para compensar a variação sazonal de abundância de espécies de mariposas, as aranhas-bola são capazes de alterar a composição do composto químico secretado para imitar feromônios da espécie de mariposa mais abundante em cada época do ano e, além disso, a sobrevivência das aranhas-bola está intimamente ligada à manutenção dessa associação predador-presa e tal morte é inevitável (pelo menos teoricamente), na ausência da espécie de mariposa (BOEGER, 2009).

A associação entre espécies de *Temnocephala* (verme do grupo das planárias) e de *Aegla* (caranguejo de água doce, encontrado no sul da América do Sul) é um exemplo de

interação comensal obrigatória. Esses vermes fixam-se sobre o cefalotórax do caranguejo e alimentam-se de pequenos animais e algas ali aderidos. Era de se esperar que o verme pudesse sobreviver sobre qualquer substrato rígido que apresentasse crescimento de organismos os quais possam servir-lhe de substrato. Porém, esse temnocefalídeo morre em curto espaço de tempo se mantido distante de seu hospedeiro (BOEGER, 2009).

Segundo Edwards e Wratten (1981) durante milhões de anos as plantas e os animais sempre evoluíram juntos, sendo que existem entre eles as mais intrincadas interações. Darwin foi um dos primeiros biólogos a se impressionar com a intimidade das interações entre as plantas e seus polinizadores, bem como pelas adaptações admiráveis na estrutura e no comportamento de plantas e animais que tornam a polinização um fenômeno biológico muito eficiente. Assim,

Os polinizadores de plantas com flores mais amplamente distribuídos são as abelhas, vespas e borboletas, embora muitas flores sejam polinizadas por besouros e moscas, e nos trópicos seja comum a polinização de flores por morcegos e aves. Em cada caso, os detalhes da estrutura da flor são maravilhosamente adaptados ao método da polinização. Assim, as cores distintivas e o odor da flor tornam-na conspícua e reconhecível ao seu vetor de pólen, e em muitas flores o néctar está presente como uma atração adicional. O arranjo das partes florais é tal que a coleta de pólen dos estames e a transferência do pólen da flor ao estilo podem ocorrer durante a mesma visita do vetor (EDWARDS; WRATTEN, 1981, p. 1).

Para esses autores a similaridade adaptativa entre as plantas com flores e seus polinizadores corrobora com os longos períodos de estreita interação entre esses organismos, durante os quais ocorreu evolução concomitante.

Assim, para esses autores, uma interação interessante entre animais e plantas ocorre entre as chamadas plantas insetívoras e suas presas:

Espécies tais como a orvalhinha (*Drosera spp.*), a dionéia pega-mosca (*Dionaea muscipula*), as jarrinhas (*Nepenthes spp.*) e as utriculárias (*Utricularia spp.*), apresentam uma notável variedade de adaptações, permitindo-lhes apanhar e digerir alimento animal. Há um conflito aparente entre a atividade de muitas dessas plantas, pois além de serem insetívoras, elas também são polinizadas por insetos. Talvez as espécies polinizantes estejam de algum modo protegidas contra a captura, embora nós não saibamos como isso ocorre (EDWARDS; WRATTEN, 1981, p. 2).

A Biologia evolutiva ainda tenta entender como as interações ecológicas entre as espécies influenciam as taxas de evolução e os padrões de radiação adaptativa. Além disso, como a evolução afeta essas interações e, conseqüentemente, a estrutura das comunidades ecológicas. Para tanto, faz-se necessário compor uma síntese de duas teorias biológicas, ou seja, a teoria genética da evolução e a teoria ecológica da estrutura da comunidade. A

composição de espécies em uma comunidade, bem como as relações ecológicas entre os organismos dessa comunidade são determinadas por processos ecológicos de imigração e extinção e ainda, por respostas da evolução recíproca das espécies. Apesar de a coevolução estar presente em vários tipos de interações interespecíficas, a sua predominância e seus efeitos sobre a estrutura da comunidade ainda não podem ser avaliados em curto período de tempo. Assim, as interações entre as espécies podem tanto ser estabilizadas como desestabilizadas pelo processo de evolução dessas espécies (FUTUYMA, 1992).

### **2.3.2 A Imprecisão do Conceito de Interação Biológica na Literatura Biológica**

Inúmeros outros exemplos de interações biológicas são possíveis de serem explorados. O fato é que essas interações estão presentes em todos os processos, mecanismos e fenômenos biológicos, internos e externos aos organismos. Em síntese, “tudo” na Biologia envolve interações. Daí advém a importância, a centralidade e a abrangência do conceito de interação biológica estudado nessa investigação. Porém, apesar dessa constatação, o conceito de interação biológica é impreciso na literatura biológica.

Ressalta-se ainda que, apesar de os autores citados acima (EDWARDS;WRATTEN, 1981; FUTUYMA, 1992; BROWN, 1999; MARZZOCO; TORRES, 1999; CALICH; VAZ, 2001; LEWONTIN, 2002; MEYER; EL-HANI, 2005; MAYR, 2008; BOEGER, 2009), apresentarem e discutirem muitos exemplos de interações biológicas, de maneira a atestar a importância, a centralidade e a abrangência do conceito de interação biológica para o conhecimento biológico, a imprecisão desse conceito é evidente na literatura biológica.

Assim, por meio de um levantamento bibliográfico, Mitiká *et al.* (2010) buscaram estudos em várias subáreas da Biologia em que o conceito de interação biológica estivesse presente. As autoras constataram que esses estudos utilizavam o conceito de interação biológica de maneira genérica, ou seja, seus autores somente nomeavam os processos ou fenômenos biológicos estudados, os quais não eram esclarecidos ou aprofundados. Com base na maneira como aqueles autores exploravam o conceito de interação biológica ele não ficava claro, isto é, não se informava o que realmente seria e, além disso, a maneira como utilizavam o conceito em seus estudos não explicava o processo ou fenômeno estudado. Assim, pode-se constatar a imprecisão do conceito de interação biológica nos estudos levantados.

Em vários livros-texto de Ecologia, em que as interações biológicas são descritas, foram constatadas imprecisões e, até mesmo, ausência do conceito de interação biológica. Como exemplo pode-se citar Odum (1988); Odum e Barrett (2007), que ao discutirem as

interações entre as espécies, enfatizam três princípios, os quais estão baseados nessas interações, sejam elas positivas, negativas ou neutras:

- (i) Interações negativas tendem a predominar em comunidades pioneiras ou em condições perturbadas, onde a seleção  $r$  neutraliza uma alta mortalidade;
- (ii) Na evolução e desenvolvimento de ecossistemas, as interações negativas tendem a ser minimizadas em favor da simbiose positiva, que melhora a sobrevivência das espécies interativas;
- (iii) Associações recentes ou novas têm maior probabilidade de desenvolver interações extremamente negativas do que associações mais antigas (ODUM, 1988, p. 233).

Pité e Avelar (1996) ao apresentarem a dinâmica das relações interespecíficas (Capítulo 5), discutem as relações ecológicas antagônicas (predação, parasitismo, herbivoria, competição e amensalismo), bem como as benéficas (mutualismo e comensalismo), como relações diretas, além de discutirem as relações ecológicas interespecíficas que consideram indiretas. No entanto, apesar de utilizarem do termo interação para discutir o assunto, não exploram o conceito de interação biológica.

Dajoz (2005), nos vários capítulos em que trata das interações entre as espécies (principalmente o Capítulo 7), enfatiza que os três tipos principais de interações são a competição (influência a estrutura das comunidades), a predação (influência a organização das comunidades) e o mutualismo, porém, em momento algum explora o conceito de interação biológica.

Ricklefs (2003) ao explorar as interações interespecíficas em vários capítulos de sua obra, como a predação e herbivoria, a dinâmica da predação, a competição e a coevolução e ainda, o mutualismo, também não explora o conceito de interação biológica.

Begon *et al.* (2007) ao dedicarem a segunda parte de sua obra às interações biológicas, mais especificamente, às interações ecológicas, em momento algum mencionam um conceito de interação biológica.

Townsend *et al.* (2010) nos vários capítulos em que discutem as interações biológicas, com ênfase nas interações ecológicas (principalmente os Capítulos 06, 07 e 08), apesar de discutirem de maneira detalhada e com profundidade essas relações (presença de muitas imagens, gráficos e tabelas para ilustrar os textos), em nenhum momento fazem referência ao conceito de interação biológica.

No sentido de responder às questões inicialmente propostas por essa investigação, ou seja: (i) o conceito de interação biológica pode ser estruturante do conhecimento biológico, no sentido de desenvolver narrativas mais sistêmicas desse conhecimento? (ii) devido à sua abrangência, o estudo do conceito de interação biológica pode fazer com que os participantes do GPEB estabeleçam relações sobre o conhecimento biológico e desenvolvam narrativas

mais completas desse conhecimento? (iii) a (re)construção de uma conceituação mais apropriada e precisa do conceito de interação biológica pode contribuir para o desenvolvimento de um conhecimento e narrativas biológicas mais consistentes e sistêmicas? –, e com o auxílio do suporte metodológico desenvolvido para a coleta de dados espera-se, a partir dos resultados obtidos, contribuir com conhecimentos que possam suprir a imprecisão do conceito de interação biológica, atestada pelos estudos levantados.

### 3 O REFERENCIAL SEMIÓTICO DE CHARLES S. PEIRCE (1839 – 1914)

Os signos são elaborados pelo pensamento e expressam-se por meio da linguagem. Por esse motivo antes da apresentação da teoria semiótica de Peirce, a qual fundamenta essa investigação, foi elaborada uma abordagem da importância da linguagem como fenômeno de comunicação, bem como a relação entre a linguagem e o pensamento, no sentido de melhor compreender tais relações.

Para Chomsky (1980) a linguagem é o espelho do espírito num sentido profundo e significativo, ou seja, é um produto da inteligência humana, uma criação renovada em cada indivíduo por meio de operações que ultrapassam o alcance da vontade ou da consciência. Este autor centrou seus estudos sobre as propriedades gerais de qualquer sistema de regras que possa servir de base para a linguagem humanas, as quais se encontram latentes a todas as línguas naturais particulares. Para ele uma língua é um sistema de complexidade extraordinária.

Segundo esse autor,

Uma criança normal adquire o conhecimento da linguagem expondo-se relativamente pouco e sem treinamento específico. Ela consegue, então, quase sem esforço, fazer uso de uma estrutura intrincada de regras específicas e princípios reguladores para transmitir seus pensamentos e sentimentos aos outros, provocando nesses, ideias novas, percepções e juízos sutis (CHOMSKY, 1980, p. 10).

Ao estudar algumas propriedades gerais à linguagem, Chomsky (1980) faz referência ao princípio da dependência estrutural da linguagem às regras gramaticais. Entretanto, seus estudos não contribuem somente com os aspectos técnicos para a teoria generativa da linguagem, pois para o autor é fundamental a diferença entre a competência linguística de uma pessoa, isto é, o conhecimento do sistema de regras que regulam a língua e o desempenho real no emprego da língua por essa pessoa.

Já para Jakobson (2001), a linguagem é o sistema de símbolos (sistema semiótico) mais importante considerado a base de todos os outros sistemas, isto é, todos os outros sistemas são acessórios ou derivados da linguagem. Segundo o autor, a linguagem é o próprio fundamento da cultura, o principal instrumento da comunicação informativa, independente do local em que ela ocorre.

Essa ideia de linguagem como principal instrumento da comunicação informativa pode ser transportada, particularmente, para as relações e fenômenos comunicativos da sala de aula, ou seja, no espaço onde o processo de comunicação se desenvolve entre seus interlocutores:

professor-alunos e alunos-alunos. A constituição desse processo ocorre principalmente por meio da linguagem verbal e não verbal, das palavras escritas, entre outros símbolos.

Nessa perspectiva, a ideia de linguagem, a partir de suas bases linguísticas e filosóficas, é assim definida por Jakobson (2001):

Falar implica a seleção de certas entidades lingüísticas e sua combinação em unidades lingüísticas de mais alto grau de complexidade. Isto se evidencia prontamente ao nível lexical: quem fala escolhe palavras e as combina em frases, em concordância com o sistema sintático da língua que utiliza. Essas frases são combinadas em enunciados. No entanto, aquele que fala não é sujeito inteiramente livre na sua escolha de palavras: a seleção (exceto nos raros casos de efetivo neologismo) deve ser realizada com base no repertório lexical que ele próprio e o destinatário da mensagem têm em comum (JAKOBSON, 2001, p. 37).

Desse modo, o fenômeno comunicativo presente nas salas de aula está sujeito ao grau de interação entre seus interlocutores (professores e alunos). Assim, para Jakobson, a ação de falar, para ser eficiente, determina o emprego de um código comum (no caso, o da língua portuguesa falada no Brasil) entre interlocutores.

Com base no contexto acima, faz-se importante compreender a ideia de signo linguístico defendido por Jakobson. Para esse autor, todo signo linguístico implica dois modos de arranjo: a combinação e a seleção. Com relação à combinação, todo signo é combinado de signos constituintes e/ou existe combinado a outros signos. Isso significa que qualquer unidade linguística serve simultaneamente de contexto para unidades mais simples e/ou encontra seu próprio contexto em uma unidade linguística mais complexa. Assim, todo agrupamento efetivo de unidades linguísticas as reúne em uma unidade superior: combinação e contexto são as duas faces de uma mesma operação (JAKOBSON, 2001, p. 39).

O segundo modo, uma seleção entre termos alternativos, sugere a possível substituição de um termo pelo outro, igual ao primeiro em um aspecto e diferente em outro. Assim, seleção e substituição são as duas faces de uma mesma operação. Com a finalidade de demarcar esses dois modos de arranjo – combinação e seleção, esta última e, correlativamente, a substituição, pertence às entidades linguísticas associadas no código e não à mensagem dada. Já no caso da combinação as entidades estão associadas em ambos (código e mensagem) ou somente na mensagem efetiva (JAKOBSON, 2001).

Assim para Jakobson, “o destinatário percebe que o enunciado dado (mensagem) é uma combinação de partes constituintes (frases, palavras, fonemas) selecionadas do repertório de todas as partes constituintes possíveis” (2001, p. 40).

Para uma compreensão ainda mais clara da ideia de signo linguístico, Jakobson faz duas referências para a interpretação do signo:

Uma relativa ao código e a outra, ao contexto, seja ele codificado ou livre. Em cada um desses casos, o signo está relacionado com outro conjunto de signos lingüísticos, por uma relação de alternância no primeiro caso e de justaposição no segundo. Uma dada unidade significativa pode ser substituída por outros signos mais explícitos do mesmo código, por via de que seu significado geral se revela, ao passo que seu sentido contextual é determinado por sua conexão com outros signos no interior da mesma sequência (JAKOBSON, 2001, p. 41).

Ainda segundo Jakobson,

Os constituintes de qualquer mensagem estão necessariamente ligados ao código por uma relação interna e, à mensagem por uma relação externa. A linguagem em seus diferentes aspectos utiliza os dois modos de relação. Quando mensagens são trocadas ou a comunicação deriva de modo unilateral do remetente ao destinatário, é preciso que de um modo ou de outro, uma forma de proximidade exista entre os protagonistas do ato da fala para que a transmissão da mensagem seja assegurada. A separação no espaço e muitas vezes no tempo, de dois interlocutores (remetente e destinatário) é dispensada graças a uma relação interna: deve ocorrer certa correspondência entre os símbolos empregados pelo remetente e os que o destinatário conhece e interpreta. Na ausência dessa equivalência, a mensagem torna-se estéril – mesmo que atinja o receptor, não o afeta (JAKOBSON, 2001, p. 41).

Em síntese, código e contexto são essencialmente subordinados, isto é, a obtenção do código está sujeita ao contexto de significação.

De um ponto de vista mais amplo, Bakhtin (2010) compreende e valoriza a enunciação, ou seja, o produto do ato de fala como de natureza social. Assim, para esse autor, a fala está indissolúvelmente atrelada às condições da comunicação, que estão sempre ligadas às estruturas sociais. Para esse autor, “a palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial. É assim que as compreendemos e, somente reagimos àquelas que despertam em nós ressonâncias ideológicas” (p. 99).

De acordo com esse autor, o sistema lingüístico é produto de uma reflexão sobre a língua e tal reflexão não resulta da consciência do locutor (nativo), não servindo à finalidade imediata da comunicação. Assim, para o locutor,

[...] O que importa não é o aspecto da forma lingüística que, em qualquer caso em que esta é utilizada, permanece sempre idêntico. Para o locutor o que importa é aquilo que permite que a forma lingüística figure num dado contexto, aquilo que a torna um signo adequado às condições de uma situação concreta dada. Para ele, a forma lingüística não tem importância enquanto sinal estável e sempre igual a si mesmo, mas somente enquanto signo sempre variável e flexível (BAKHTIN, 2010, p. 96).

Já para o receptor da mensagem (pertencente à mesma comunidade lingüística do locutor), a forma lingüística empregada também é considerada como um signo variável e

flexível e não como um sinal imutável e sempre idêntico a si mesmo (BAKHTIN, 2010, p. 96).

Desse modo, segundo o autor,

O elemento que torna a forma lingüística um signo não é sua identidade como sinal, mas sua mobilidade específica; da mesma forma que aquilo que constitui a compreensão da forma lingüística não é o reconhecimento do sinal, mas a compreensão da palavra no sentido particular, isto é, a apreensão da orientação que é conferida à palavra por um contexto e uma situação precisos, uma orientação no sentido da evolução e não do imobilismo (BAKHTIN, 2010, p. 97).

Dessa forma, enquanto uma forma lingüística for apenas um sinal e dessa forma for percebida pelo receptor ela não terá nenhum valor lingüístico para ele. Mesmo nas primeiras fases da aquisição da linguagem pela criança, a pura sinalidade não existe, ou seja, mesmo nessa fase, a forma é orientada pelo contexto, já que constitui um signo, apesar de ser real o componente de sinalidade e de identificação que lhe é correspondente. Em síntese, o componente de sinalidade, bem como a identificação (seu correlato), existe na língua, porém não como constituintes dela como tal “o componente de sinalidade é dialeticamente deslocado, absorvido pela nova qualidade do signo, isto é, da língua como tal” (BAKHTIN, 2010, p. 97).

Nessa perspectiva, segundo Bakhtin (2010, p. 98-99)

A forma lingüística sempre se apresenta aos locutores como no contexto de enunciações precisas. Isso implica sempre um contexto ideológico preciso. Na realidade, não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis, etc. [...]. É assim que compreendemos as palavras e somente reagimos àquelas que despertam em nós ressonâncias ideológicas ou relacionadas à vida.

Ainda na visão de Bakhtin (2010) a língua não é transmitida: “ela dura e perdura sob a forma de um processo evolutivo contínuo” (p. 111). Nesse contexto, os sujeitos não adquirem uma língua (materna) pronta e acabada para ser empregada por eles, mas mergulham na corrente da comunicação verbal, sendo que, somente com base nesse mergulho é que a consciência desses sujeitos pode ser despertada, fazendo com que eles iniciem seu processo de ação no mundo.

Com base nesta perspectiva, o centro que organiza a enunciação é interior e exterior. Dessa forma, esse centro (organizador e formador) não está localizado no interior e sim no exterior: “não é a atividade mental que organiza a expressão, mas, ao contrário, é a expressão que organiza a atividade mental, que a modela e determina sua orientação” (BAKHTIN, 2010, p. 116).

Assim, para o autor, qualquer que seja o aspecto da expressão-enunciação a ser considerado, esse aspecto terá sua determinação atrelada às condições reais da enunciação em questão, ou seja, pela situação social mais imediata. Como a enunciação é o produto da interação de dois interlocutores e, mesmo na ausência de um interlocutor real, este pode ser substituído pelo representante médio do grupo social ao qual pertence o locutor. Assim, Bakhtin ao refletir sobre a orientação da palavra em função do seu interlocutor esclarece que:

A palavra dirige-se a um interlocutor: ela é função da pessoa desse interlocutor: variará caso se trate de uma pessoa do mesmo grupo social ou não, se esta for inferior ou superior na hierarquia social, se estiver ligada ao locutor por laços sociais mais ou menos estreitos. Não pode haver interlocutor abstrato, pois não teríamos linguagem comum com esse interlocutor (BAKHTIN, 2010, p. 116).

Ainda segundo o autor,

O mundo interior e a reflexão de cada indivíduo têm um auditório social próprio bem estabelecido, em cuja atmosfera se constroem suas deduções interiores, suas motivações, apreciações, etc. Quanto mais aculturado for o indivíduo, mais o auditório em questão se aproximará daquele médio da criação ideológica. Entretanto, o interlocutor ideal não pode ultrapassar as fronteiras de uma classe e de uma época histórica bem definida (BAKHTIN, 2010, p. 117).

Diante disso, segundo Bakhtin (2010) não é possível separar a compreensão dos processos de comunicação verbal de seu vínculo concreto com a realidade, ou seja, seu contexto.

Em síntese, se o ato de fala (enunciação) apenas tem sentido quando é compreendida dentro de seu contexto de significação, para Bakhtin (2010) a compreensão é uma forma de diálogo, ou seja,

A compreensão está para a enunciação assim como uma réplica está para a outra no diálogo. Compreender é opor à palavra do locutor uma contrapalavra [...]. Na verdade, a significação pertence a uma palavra enquanto traço de união entre os interlocutores, isto é, ela só se realiza no processo de compreensão ativa e responsiva. A significação não está na palavra nem na alma do falante, assim como também não está na alma do interlocutor. Ela é o efeito da interação do locutor e do receptor produzido por meio do material de um determinado complexo sonoro. [...]. Só a corrente da comunicação verbal fornece à palavra a luz da sua significação (BAKHTIN, 2010, p. 137).

A ideia de mediação descrita por Bakhtin (2010) no excerto acima, ou seja, àquela da significação como efeito da interação entre locutor e receptor, pode ser transferida para a sala de aula. Nesse contexto, de acordo com Caldeira (2005) a significação, no processo de ensino e aprendizagem, ocorre na interação interlocutiva entre professor e alunos, os quais vão

compartilhando da construção da linguagem de forma ativa e responsiva. Assim, “o contexto no qual essa ação ocorre, é determinante para que essa compreensão aconteça, devendo propiciar o estabelecimento de múltiplas possibilidades de diálogos para a apreensão de significados no interior das relações estabelecidas” (CALDEIRA, 2005, p. 32).

### 3.1 A LINGUAGEM E O PENSAMENTO DE UM PONTO DE VISTA SEMIÓTICO

Santaella (2005) em seus estudos sobre a relação entre a linguagem e o pensamento formulou a hipótese de que os três tipos de linguagem – a verbal, a visual e a sonora –, constituem-se nas grandes matrizes lógicas da linguagem e do pensamento. Com base nessas três matrizes, originam-se todos os tipos de linguagem e processos sógnicos, os quais os seres humanos, ao longo de toda a sua história, foram capazes de produzir. Segundo essa autora, para Peirce todo pensamento ocorre na forma de signos, ou seja, não há pensamento sem signos. Assim, ao binômio linguagem-pensamento deve ser acrescida a percepção, visto que, na ótica de Peirce, pensamento, signos e percepção são inseparáveis.

A mesma autora ressalta que a noção de signo que Peirce adotou, para que esse não fique restrito ao pensamento na sua forma exclusivamente verbal ou proposicional, foi muito ampla. Assim, segundo a autora, para Peirce, a noção de signo vai até o ponto de uma mera reação física ou comoção psíquica e, mais longe do que isso, uma mera qualidade incerta de sentimento, também já está apta a funcionar como signo.

Dessa forma, no contexto da teoria sógnica

a palavra “pensamento”, como extensiva a signo, deve ser entendida de maneira muito generosa. Qualquer coisa que esteja presente à mente, seja ela de uma natureza similar a frases verbais, a imagens, a diagramas de relações de quaisquer espécies, a reações ou a sentimentos, isso deve ser considerado como pensamento (SANTAELLA, 2005, p. 55).

Segundo essa autora, para que a ponte entre pensamento e linguagem se torne mais palpável, faz-se necessário considerar que os signos podem ser internos (pensamento internos) ou externos (alojam-se em suportes ou meios externos/materiais). O aparelho fonador e auditivo são suportes quase externos, pois são meios intersticiais, os quais se localizam no próprio corpo.

Já os diferentes tipos de escrita, os desenhos, as pinturas, a fotografia (ressaltando alguns dos signos mais empregados no processo de ensino e aprendizagem), entre muitos outros, são meios externos nos quais diferentes tipos de signos se corporificam. Assim, esses diferentes signos estão intrinsecamente ligados a diferentes formas de pensamento. Ressalta-

se ainda que os tipos de signos estudados por Peirce são extremamente gerais e abstratos, sendo caracterizados por tipos lógicos fundamentais, os quais estão subjacentes a qualquer linguagem manifesta (SANTAELLA, 2005, p. 56).

Silveira (2011) também traz contribuições sobre a relação entre o pensamento e a linguagem sob a ótica peirceana. Assim, segundo esse autor, para Peirce, pensamento é diálogo, tanto na essência de interioridade de quem está pensando consigo mesmo, quanto na comunicação entre várias pessoas. Assim, “não há pensamento sem a intermediação de signos para a representação de objetos que mobilizam o desejo de obtê-los ou de serem evitados” (p. 85).

De acordo com Silveira (2011),

Antes mesmo de nascer, a interação com um meio plasmado na cultura já solicita do feto respostas que o inserirão no ambiente em que deverá se desenvolver. O sinal mais evidente que todo esse processo é essencialmente semiótico é ser ele suficientemente solicitante e estimulante para que a energia se canalize em direção a um crescimento organizado, mas não tão determinante a ponto que viesse a impedir uma diversificação pessoal desta organização; pelo fato de se fazer por via interpretativa e não mecânica, é eminentemente falível que em maior ou menor venham a acarretar falhas na consecução daquela forma viva ou dinâmica (SILVEIRA, 2011, p. 86).

Para esse autor, Peirce acentua a importância da palavra no processo formador do eu, esclarecendo que a semiose, ou processo determinante da conduta, não ocorre exclusivamente por via da palavra. Dessa forma, o ambiente criado pela palavra, a qual origina o signo e que, com frequência é confundido com a linguagem, merece uma consideração especial. Assim,

Ao desvencilhar-se a pessoa, por meio da mediação dos signos, de uma estrita individualidade, a qual sempre irá conotar isolamento e negação do outro, é compreender essa pessoa inserida em uma rede ilimitada e não excludente de relações, que não somente a constitui em seu interior como um processo ele mesmo dialógico e não centralizado, como a amplia como um ser social unido espaço-temporalmente a todas as outras pessoas e mesmo aos demais seres, sejam eles vivos ou não, os quais compõem seu ambiente e, por extensão, a todo cosmos (SILVEIRA, 2011, p. 86).

Esse autor, ainda no intuito de enfatizar o ambiente criado pela palavra, esclarece:

É a esta pessoa que a palavra, desde a mais tenra infância, se dirige e espera uma resposta. Ensinada em um ambiente afetivo e, guardada a devida atenção às necessidades e aos desejos da criança, torna-se a palavra conatural a ela e, integrada a sua personalidade, fará uma só pessoa com quem com ela pensa e as comunica, acessível a todos que dela comungam. [...] Antes de mais nada, a função da palavra é expressar e transmitir sentimentos (SILVEIRA, 2011, p. 86).

Para esse autor, a palavra carrega uma tradição de origem imemorial, a qual por meio dos familiares próximos, diz a alguém, o que se julga ser para ele, o melhor. Peirce insistirá

nesse caráter persuasivo da palavra, ao colocá-la no mais íntimo diálogo interior. Assim, segundo Silveira (2011) a palavra, e com ela todo pensamento, é prioritariamente mediação entre o afeto e o efeito, entre a disposição emocional e a ação sobre um objeto desejado, seja ele algo particular ou tenha a natureza geral e jamais esgotável do próprio pensamento. E a palavra é transmitida como um bem que se assegura às gerações futuras ou a cada momento de nossas vidas (SILVEIRA, 2011).

### **3.1.1 O Pragmatismo Americano e a Semiótica Perciana como Referencial Teórico para a Análise do Fenômeno de Interação Biológica**

Segundo Shook (2002), além de Peirce, William James e John Dewey foram os principais filósofos do pragmatismo americano. Suas filosofias são sistemáticas, pois abordam cada um dos campos tradicionais da Filosofia, ou seja, a lógica, a epistemologia, a metafísica, a estética, a ética e a política. Devido à sua teoria da verdade, o pragmatismo provocou controvérsia e revolução, buscando compreender a verdade e o conhecimento. Assim, o pragmatismo “é fundamentalmente uma teoria do conhecimento que visa responder como se dá o conhecimento” (SHOOK, 2002, p. 11).

Para tanto, antes de responder a esse questionamento, faz-se necessário construir uma teoria do conhecimento. Assim, para esse autor,

A hipótese dos pragmatistas é a de que o homem tem apenas uma metodologia de conhecimento. Essa metodologia certamente é complexa e apresenta muitos níveis de habilidade. Porém, existe uma continuidade entre os níveis inferiores e superiores, sendo que, o que gera essa continuidade é um padrão ou forma básica de investigação inteligente (SHOOK, 2002, p. 12).

Esses pragmatistas exploraram a natureza da investigação inteligente à luz de seus próprios interesses acadêmicos. Assim, Peirce foi precursor da lógica, da semiótica e da metafísica, além de criar uma filosofia muito original das Ciências Naturais. Esses pragmatistas também concordavam que a inteligência humana está relacionada, em sua essência, ao conhecimento proveniente da experiência – um dos pilares do empirismo. Porém, esse consenso não foi suficiente para promover a reunião desses filósofos em um movimento filosófico à parte. Eles concordavam ainda que:

(i) embora a experiência seja o fundamento do conhecimento, a mente transforma a experiência em objeto de conhecimento; (ii) a transformação da experiência visa apaziguar a dúvida, etapa preparatória de uma ação com vistas a um fim específico; (iii) como a mente visa a uma crença prática, a transformação que ela faz da experiência é guiada pela atividade

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

Dessa forma, segundo Shook (2002) o pragmatismo não propõe a ser mais uma teoria da verdade. O termo “verdade”, de acordo com Peirce, James e Dewey pode ter muitos significados. O pragmatismo tenta relacionar a verdade com a cognição (*learning*), por meio de uma ligação simples: o conceito de conhecimento (*knowledge*). Assim, “para que algo seja um objeto de conhecimento (*known*) ele deve primeiro passar pelo processo de cognição (*learned*), e se o conhecimento visa à verdade, então o método de cognição deve visar à verdade” (p. 13).

Esse princípio simples leva a três formas de pensar a cognição, ou seja,

(i) se compreendemos melhor qual é a natureza da verdade, devemos basear nossa metodologia de cognição nesse conceito de “verdade”; assim, poderemos compreender como é possível o conhecimento; (ii) se, em vez disso, compreendemos melhor como de fato se dá a cognição, nosso conceito de “verdade” deverá fundamentar-se nessa compreensão; assim, a verdade será o conhecimento adquirido no ato de cognição; (iii) finalmente, supondo que já compreendemos suficientemente o que é “verdade” e como se dá a “cognição”, poderemos comparar o cognoscível com a verdade. Nossa capacidade de comparar a verdade com o que pode ser conhecido levanta a questão da possibilidade do conhecimento. Se é possível o homem conhecer verdades, então: (iiia) o conhecimento é possível; caso contrário, (iiib) devemos ser céticos quanto à possibilidade do conhecimento (SHOOK, 2002, p. 13).

Assim, os filósofos que optam pelo primeiro caminho são os racionalistas, os quais partem de uma definição de “verdade” e depois tentam explicar como a mente possui o poder de conhecer a verdade. Aqueles que optam pelo segundo caminho são os empiristas, os quais partem de uma teoria do conhecimento humano para determinar o que é cognoscível e, a partir disso, passam a definir a natureza da verdade. A primeira opção do terceiro caminho (iiia) se distingue do racionalismo, porém, na prática, os filósofos que optam por ela podem ser considerados racionalistas. Já, a segunda opção do terceiro caminho (iiib), é atribuída aos filósofos céticos, os quais negam que a verdade deva ser definida com base no que pode ser conhecido (SHOOK, 2002).

Em síntese,

O pragmatismo deixa à margem o racionalismo e o ceticismo ao abdicar de qualquer idéia de “verdade” independente da cognição e do conhecimento humano: o verdadeiro é apenas aquilo que é conhecido, sendo que a verdade absoluta é aquilo que é definitivamente cognoscível. O pragmatismo rejeita tanto o realismo metafísico – pois uma realidade transcendente é inútil e carece de significado –, como o realismo metafísico racionalista, o idealismo absoluto e o materialismo científico – pois rejeita o argumento de

que a realidade se resume a objetos conhecidos. Assim, a realidade revelada pela experiência (própria dos pragmáticos), contém muito mais do que apenas o cognoscível. Finalmente, o pragmatismo nega o idealismo, ao adotar a posição naturalista de que a realidade não é simplesmente qualquer coisa que esteja em relação com a mente ou nela esteja contida. Assim, para que ocorra aumento real do conhecimento humano, faz-se necessário que esse aumento ocorra num contexto mais amplo de natureza experienciável, cuja existência seja independente do conhecimento humano, mas o transcenda (SHOOK, 2002, p. 22).

Não se pode deixar de dizer que os pragmatistas estão comprometidos com a ideia de progresso humano, tanto no âmbito científico como moral. Assim, segundo Shook (2002), “esse comprometimento não se baseia no otimismo exacerbado de que o progresso é inevitável, ou de que qualquer certeza pragmática prevalece face a qualquer obstáculo” (p. 26). Na verdade, os pragmatistas são, por profissão, mais sensíveis aos vários obstáculos à pesquisa científica, sendo que, de todos os obstáculos, o mais prejudicial é a recusa à formulação de regras para a conduta humana (seja em relação à natureza ou a outras pessoas), em termos das consequências pragmáticas que ela produz na experiência humana. Assim, “o mau uso da idéia de verdade pelos racionalistas é um dos principais exemplos dos enormes entraves do progresso humano” (SHOOK, 2002, p. 26).

### 3.1.1.1 A Semiótica de Charles Sanders Peirce (1839 – 1914)

A semiótica é uma das disciplinas que fazem parte da vasta obra filosófica de Peirce, sendo que essa obra está estruturada na fenomenologia, uma quase ciência que investiga a maneira como o homem aprende qualquer coisa a qual se apresenta a sua mente. Essa qualquer coisa, pode ser de qualquer tipo: algo simples como um cheiro, o ruído do trovão, o clarão do relâmpago, uma imagem em uma revista, ou algo mais complexo como um conceito abstrato. Em síntese, tudo o que se apresenta a mente (SANTAELLA, 2010).

De acordo com essa autora, entende-se por fenômeno tudo aquilo/qualquer coisa que aparece à percepção e à mente. Assim, a fenomenologia tem por função apresentar as categorias formais e universais de Peirce (primeiridade, secundidade, terciaridade) dos modos como os fenômenos são apreendidos pela mente. Dessa forma, a fenomenologia fornece ainda as bases para as três ciências normativas: a estética, a ética e a lógica, sendo que essas fornecem as bases para a metafísica. Essas são ciências normativas porque estudam os ideais, os valores e as normas. A lógica estuda os ideais e normas que conduzem o pensamento.

A lógica é a ciência das leis necessárias do pensamento e das condições para se atingir a verdade. Assim, Peirce, como cientista e lógico, compreendeu que não há pensamento que

possa se desenvolver apenas por meio de símbolos (nem mesmo o raciocínio puramente matemático pode abrir mão de outros signos). Disso advém a extensão da concepção peirciana da lógica para uma semiótica geral. Dessa forma, a lógica – também denominada de semiótica –, aborda não somente as leis do pensamento e das condições da verdade, mas, também as leis do pensamento e de sua evolução. Assim sendo, deve estudar as condições gerais dos signos, inclusive, como pode ocorrer a transmissão de significado de uma mente para outra e de um estado mental para outro. Devido a essa diversidade de tarefas, a lógica (ou semiótica) possui três ramos: a gramática especulativa; a lógica crítica e a metodêutica ou retórica especulativa (SANTAELLA, 2010).

Com base nessa rápida e necessária contextualização das ciências pragmáticas e, ainda, para que o significado de cada uma delas não corra o risco de sofrer simplificações, apresenta-se abaixo um esquema sintético de suas inter-relações:

## FILOSOFIA

### 1. Fenomenologia

### 2. Ciências Normativas

#### 2.1. Estética

#### 2.2. Ética

#### 2.3. Lógica ou Semiótica

##### 2.3.1. Gramática especulativa

##### 2.3.2. Lógica crítica

##### 2.3.3. Metodêutica ou retórica especulativa

### 3. Metafísica

Fonte: Santaella, 2010.

Segundo a autora, há uma relação de dependência dos níveis mais baixos aos mais altos da classificação da semiótica. Assim, a gramática especulativa está na base das outras duas, sendo ela uma teoria geral de todas as espécies possíveis de signos (Teoria ou Ciência geral dos signos), das suas propriedades e seus comportamentos, por exemplo, da representação, bem como dos três aspectos que ela engloba: a significação, a objetivação e a interpretação; isto, devido à natureza triádica do signo.

Em síntese, a teoria semiótica fornece um percurso metodológico-analítico, o qual assegura elucidar as questões relativas às diferentes naturezas que as mensagens (verbal, gestual, escrita, imagética, outras) podem fornecer. Além disso, elucidada seus processos de

referência ou aplicabilidade, assim como, a maneira como o homem, no papel de receptor, percebe, sente e compreende essas mensagens. Enfim, como o homem reage a todas essas mensagens (SANTAELLA, 2010).

Para subsidiar a investigação aqui apresentada foi empregado o referencial teórico de Charles Sanders Peirce. Segundo Caldeira (2007) o emprego da teoria sýnica serve de apoio de cognição e sua possível representação, no sentido de traçar programas de conduta, os quais busquem a interpretação da realidade, bem como a compreensão sobre o papel da experiência humana na e para a construção do conhecimento. Devido à teoria semiótica ser ampla, densa e muito abstrata, será apresentado em seguida, uma seleção e elucidação dos principais conceitos da teoria sýnica que subsidiam as análises semióticas.

Segundo Silveira (2007) a definição de Peirce sobre semiótica é a seguinte:

Em seu sentido geral, a lógica é, como acredito ter mostrado, apenas um outro nome para semiótica (shmeiwtkh), a quasi-necessária, ou formal, doutrina dos signos. Descrevendo a doutrina como quasi-necessária ou formal, quero dizer que observamos os caracteres de tais signos e, a partir dessa observação, por um processo que não objetarei denominar Abstração, somos levados a afirmações, eminentemente falíveis e por isso, num certo sentido, de modo algum necessárias, a respeito do que **devem ser** os caracteres de todos os signos utilizados por uma inteligência “científica”, isto é, por uma inteligência capaz de aprender através da experiência (SILVEIRA, 2007, p. 18).

De acordo com Silveira (2007) o objeto da semiótica de Peirce é aquela ação específica que jamais se reduzirá à dinâmica da ação e reação. A tal objeto, Peirce denomina *semiose*, caracterizada como:

É importante que se entenda o que quero significar por *semiose*. Toda ação dinâmica, ou ação de força bruta, física ou psíquica, ou tem lugar entre dois sujeitos (quer reajam igualmente um sobre o outro, ou um é agente e o outro paciente, inteira ou parcialmente) ou de qualquer modo é uma resultante de tais ações entre pares. Mas por “*semiose*” quero dizer, ao contrário, uma ação, ou influência, que é, ou envolve, uma cooperação de três sujeitos, tais como um signo, seu objeto, e seu interpretante, essa tríplice relativa influência não sendo de modo algum resolúvel em ações entre pares [...] (apud SILVEIRA, 2007, p. 34).

Assim, os sujeitos da *semiose* peirceana não são essencialmente humanos, mas três entidades semióticas abstratas (signo, objeto e interpretante), cuja dialética interna não é afetada pela ocorrência de um comportamento comunicativo concreto.

Ainda segundo Peirce,

O pensamento não está necessariamente conexo a um cérebro. Ele aparece no trabalho das abelhas, dos cristais, e em meio ao mundo puramente físico; e ninguém mais pode duvidar que ele esteja realmente lá, tanto como estão

as cores, as formas, etc. dos objetos. [...] Não somente o pensamento se encontra no mundo orgânico, mas nele se desenvolve (apud SILVEIRA, 2007, p. 35).

Peirce, como pragmatista, defende que a inteligência humana diz respeito ao conhecimento originário da experiência. Assim, a ideia de experiência para Peirce se refere “a consciência da ação de um novo sentimento, a destruir o sentimento anterior, é aquilo a que denomino *experiência*. De modo geral, a experiência é o que, ao longo da vida, me compeliu a pensar” (PEIRCE, 1975, p. 138).

Outra definição importante de Peirce é a de signo, ou seja,

Um signo, ou *representamem*, é algo que, sob certo aspecto ou de algum modo, representa alguma coisa para alguém. Dirige-se a alguém, isso é, cria na mente dessa pessoa um signo equivalente ou talvez um signo melhor desenvolvido. Ao signo, assim criado, denomino *interpretante* do primeiro signo. O signo representa alguma coisa, seu *objeto*. O signo coloca-se no lugar desse objeto, não sob todos os aspectos, mas com referência a um tipo de idéia que tenho, por vezes denominado o *fundamento* do representamem (PEIRCE, 1975, p. 94, grifo do autor).

Na tentativa de definir signo de uma forma mais clara: signo é tudo aquilo que representa algo (objeto) a alguém (interpretante) de alguma maneira (signo). Essa tríade peirceana – signo, objeto e interpretante –, também pode ser aplicada a fenômenos sem emitente humano, embora tenham um destinatário humano.

Segundo Mota e Hegenberg, tradutores da obra *Semiótica e Filosofia* (1975), para Peirce, signo possui um significado amplo. Não precisa ser uma palavra. Pode ser uma ação, um pensamento ou qualquer coisa que admita um interpretante, isto é, que seja capaz de originar outros signos. Assim, para que algo seja um signo deve “representar” algo diverso que é chamado de *objeto*, embora a condição de que um signo deva ser diverso de seu objeto, seja talvez eventual.

Segundo Peirce, o que é passível de ser investigado são os fenômenos, os quais são sempre observados. Tais fenômenos são as próprias experiências cotidianas, corriqueiras a todos os seres humanos. Com base em todos esses fenômenos/experiências, as quais se apresentam como fatos à mente/consciência, surgiram as categorias mais universais da experiência (SILVEIRA, 2007). Assim, Peirce enfatiza:

[...] Fique entendido que o que temos a fazer enquanto estudantes de fenomenologia é simplesmente abrir os olhos do espírito e olhar bem os fenômenos e dizer quais suas características, quer o fenômeno seja externo, quer pertença a um sonho, ou uma idéia geral e abstrata da ciência (PEIRCE, 1983, p. 17).

De acordo com Peirce, as categorias universais da experiência são três: Primeiridade, Secundidade e Terceiridade:

São três as faculdades com que devemos munir-nos para esta tarefa. A primeira e principal é a qualidade rara de ver o que está diante dos olhos, como se apresenta, não substituído por alguma interpretação [...]. A segunda faculdade com que devemos armar-nos é uma discriminação resoluta que se perdura como um *bulldog* daquela característica que estamos estudando, [...] A terceira faculdade de que necessitamos é o poder generalizador do matemático que gera a fórmula abstrata que compreende a verdadeira essência da característica em estudo, purificada de toda mistura adventícia (PEIRCE, 1983, p. 17, grifo do autor).

Essas categorias são interdependentes, pois não podem ser dissociadas umas das outras na imaginação nem nas ideias, sendo que a lógica triádica presente nessas categorias, acompanhará toda a teoria peirceana, passando pela definição de signo e dos modos possíveis de raciocínio.

Para Peirce (1983) quando algo se apresenta ao espírito, a primeira característica que se nota é a sua presentidade, ou seja,

O presente (imediato) é o que é, não determinado pelo ausente, passado, futuro. É como tal, ignorando totalmente qualquer coisa outra. [...]. Imaginemos, se quisermos, uma consciência em que não existe nenhuma comparação, relação, nenhuma multiplicidade reconhecida, nenhuma mudança. [...] Tal consciência pode ser simples odor, por exemplo, essência de rosas; ou uma contínua dor de cabeça, infinita [...]. Em suma, qualquer qualidade de sensação, simples e positiva, preenche a nossa descrição daquilo que é tal como é, absolutamente sem relação com nenhuma outra coisa. “Qualidade de sensação” é a verdadeira representante psíquica da primeira categoria do imediato em sua imediatidade, do presente em sua presentidade [...] (PEIRCE, 1983, p. 18).

A segunda categoria universal é o conflito, no sentido de resistência. Segundo Peirce (1983),

não há esforço sem resistência equivalente, e a resistência implica o esforço ao qual resiste. Ação e reação são equivalentes. Assim, acontece quando alguma coisa atinge os sentidos: a excitação produz seu efeito, e nós causamos-lhe de volta um efeito indiscernível; e passamos a chamar à excitação agente, e vemo-nos como o paciente. [...] Os objetos interiores oferecem de fato certa resistência e os exteriores são suscetíveis de serem modificados de algum modo por meio de esforço inteligente (PEIRCE, 1983, p. 19).

Segundo Peirce (1983, p. 25, grifo do autor) “Categoria-Terceiro é a ideia daquilo que faz de terceiro, ou *Médium*, entre um Segundo e seu Primeiro. Quer dizer, é *Representação* como um elemento do fenômeno”. É a lei, a generalidade, o pensamento abstrato.

No sentido de exemplificar o que foi anteriormente elucidado, pense em um vídeo de Educação Ambiental sobre o desmatamento da Região Amazônica. O vídeo é um signo que tem por objeto a região retratada. Os efeitos interpretativos que o vídeo produz em seus espectadores é o interpretante do signo. Esse exemplo deixa claro o fato de que os efeitos interpretativos dependem diretamente do modo como o signo representa seu objeto (SANTAELLA, 2010).

Em uma análise semiótica torna-se impraticável encontrar um signo, que possua apenas uma das expressões do signo (primeiridade, secundidade ou terceiridade). Assim, essas três categorias estão presentes em qualquer signo de qualquer natureza. Entretanto, por meio da análise semiótica pode-se identificar qual(is) categoria(s) predomina(m) no interior do signo analisado.

Assim, para que a definição de signo fique ainda mais clara e concreta, faz-se importante elucidar que, segundo Peirce (1983), o signo possui dois sentidos de objeto – o imediato e o dinâmico –, e três sentidos de interpretantes – o imediato, o dinâmico e o final.

Quanto aos sentidos do objeto Peirce considera:

[...] temos que distinguir o Objeto Imediato, que é o Objeto qual como o próprio Signo o representa, e cujo Ser depende assim de sua Representação no Signo, e o Objeto Dinâmico, que é a realidade que, de alguma forma, realiza a atribuição do signo à sua Representação (PEIRCE, 1977, p. 177).

Como intuito de deixar mais inteligível esse excerto de Peirce, o objeto imediato está relacionado ao conhecimento que um interpretante possui do objeto/signo que está sendo analisado, ou seja, o que esse interpretante pode inferir sobre o signo em questão, ou ainda, qualquer ideia que o interpretante consiga, significada pelo signo. Já, o objeto dinâmico diz respeito à experiência em si, ou ainda, à intimidade prévia do interpretante com aquilo que o objeto/signo denota, ou seja, com a experiência colateral do interpretante com o signo, ou dizendo de outra forma, o interpretante entra em contato com o objeto/signo que está sendo analisado.

Quanto aos três sentidos de interpretantes, Peirce (1977) define-os:

[...] devemos distinguir, igualmente, em primeiro lugar o Interpretante Imediato, que é o interpretante tal como é normalmente chamado de *significado* do signo; enquanto que, em segundo lugar, temos de observar a existência do Interpretante Dinâmico, que é o efeito concreto que o Signo, enquanto Signo, realmente determina. Finalmente, há aquilo que denomino, provisoriamente, de Interpretante Final, e que se refere à maneira pela qual o Signo tende a representar-se como estando relacionado com seu Objeto (PEIRCE, 1977, p. 177, grifo do autor).

Quanto à subdivisão do interpretante dinâmico em três níveis, Peirce (1983) esclarece cada um, ou seja, o emocional, o energético e o lógico:

O primeiro efeito significado de um signo é o sentimento por ele provocado. Na maior parte das vezes existe um sentimento que interpretamos como prova de que compreendemos o efeito específico de um signo, embora a base da verdade neste caso seja frequentemente muito leve. Este “interpretante emocional”, como o denomino, pode importar em algo mais que o sentimento de reconhecimento; e, em alguns casos, é o único efeito significado que o signo produz. [...]. Se um signo produz ainda algum efeito desejado, fá-lo-á por meio da mediação de um interpretante emocional, e tal efeito envolverá sempre um esforço. Denomino-o interpretante energético. [...]. O interpretante lógico, cujo termo se estende a algo para além de um conceito geral, embora a ele intimamente ligado ou não. Devemos dizer que esse efeito pode ser um pensamento, o que quer dizer, um signo mental? Sem dúvida pode sê-lo; só que se esse signo for de natureza intelectual – como teria de ser – tem de possuir um interpretante lógico; de forma que possa ser o derradeiro interpretante lógico do conceito. Pode provar-se que o único efeito mental que pode ser assim produzido e que não é um signo mas é de aplicação geral é uma *mudança-de-hábito*; entendendo por mudança-de-hábito uma modificação nas tendências de uma pessoa para a ação, que resulta em exercícios prévios de vontade ou dos atos, ou de um complexo de ambas as coisas (PEIRCE, 1983, p. 131, grifo do autor).

Assim, de acordo com Peirce:

os signos são divisíveis de acordo com três tricotomias: (i) a primeira, na dependência do signo ser, em si mesmo, mera qualidade, existente concreto ou lei geral; (ii) a segunda, na dependência de a relação do signo para com seu objeto consistir em o signo ter algum caráter por si mesmo ou estar em alguma relação existencial para com aquele objeto ou em relação para com um interpretante; (iii) a terceira, na dependência de seu Interpretante representá-lo como signo de possibilidade, signo de fato ou signo de razão (PEIRCE, 1975, p. 100).

Assim, de acordo com a primeira divisão, um signo pode ser denominado: quali-signo, sin-signo ou um legi-signo, ou seja,

Quali-signo é uma qualidade que é um signo. Não pode, em verdade, atuar como um signo enquanto não se corporificar; contudo essa nada tem a ver com seu caráter como um signo. Um sin-signo (em que a sílaba *sin* significa “uma única vez”) é uma coisa existente ou acontecimento real, que é um signo. Só pode sê-lo por meio de suas qualidades; de sorte que envolve um quali-signo ou, antes, vários quali-signos. Contudo, esses quali-signos são de tipo especial e só constituem um signo quando efetivamente corporificados. Um legi-signo é uma lei que é um signo. Tal lei é comumente estabelecida por homens. Todo signo convencional é um legi-signo (a recíproca não é verdadeira) [...] (PEIRCE, 1975, p. 100-101).

De acordo com a segunda tricotomia, um signo pode ser denominado: ícone, índice ou símbolo, ou seja,

Um ícone é um signo que se refere ao objeto que denota simplesmente por força de caracteres próprios e que ele possuiria, da mesma forma, existisse ou não efetivamente um objeto daquele tipo. [...]. Qualquer coisa, seja uma qualidade, um existente individual ou uma lei, será um ícone de algo, na medida em que é semelhante a esse algo e usado como signo dele. Um indicador é um signo que se refere ao objeto que denota em razão de ver-se realmente afetado por aquele objeto. [...]. Um símbolo é um signo que se refere ao objeto que denota por força de uma lei, geralmente uma associação de idéias gerais que opera no sentido de levar o símbolo a ser interpretado como se referindo àquele objeto [...] (PEIRCE, 1975, p. 101-102).

Segundo a terceira tricotomia, um signo pode ser denominado: rema, dicente ou argumento, ou seja,

Uma rema é um signo que, para seu interpretante, é um signo de possibilidade qualitativa, ou seja, entendido como representando tal e tal espécie de objeto possível. Todo rema fornecerá, talvez, alguma informação; mas não é interpretado como destinado a fazê-lo. Um dicente é um signo que, para seu interpretante, é signo de existência concreta. [...]. Um argumento é um signo que, para seu interpretante, é signo de lei. Podemos dizer que um [...] argumento é um signo que se entende representar seu objeto em seu caráter de signo. [...] (PEIRCE, 1975, p. 102-103).

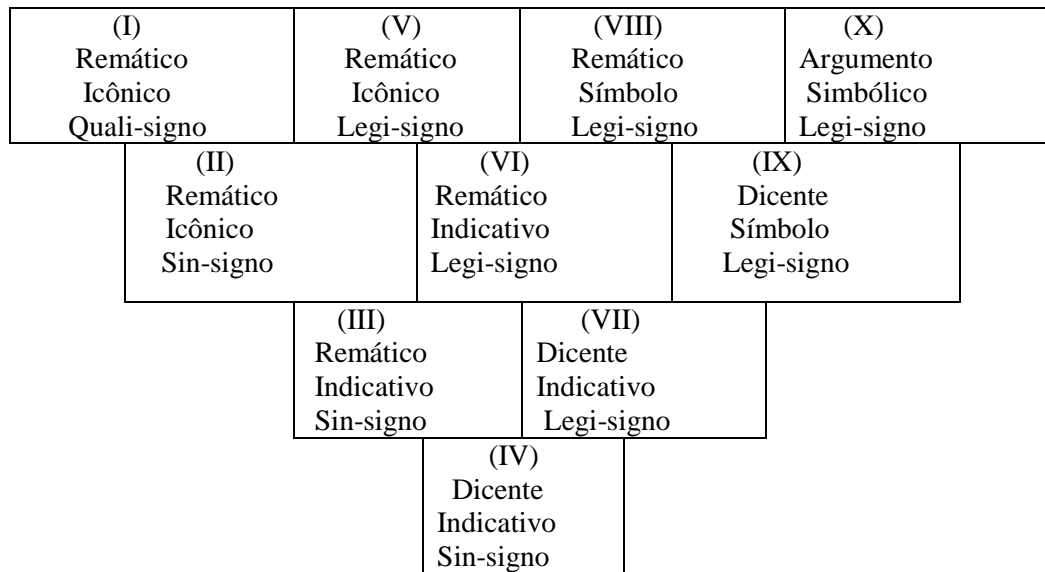
Assim, segundo Peirce (1975), essas três tricotomias de signo, no seu conjunto, levam à divisão dos signos em dez (10) classes, das quais será importante considerar numerosas subdivisões. Essas dez classes estão representadas abaixo no esquema 1.

Com relação a essa divisão em dez signos, que segundo Peirce (1977) merece estudos especiais, seis delas pertencem aos caracteres de um Interpretante, três aos caracteres do Objeto. Dessa forma, a divisão em Ícones, Índices e Símbolos depende das possíveis relações diferentes de um Signo com seu Objeto Dinâmico. Apenas uma divisão refere-se à natureza do próprio Signo.

Na teoria sîgnica, de acordo com Peirce (1983, p. 44), o raciocínio é de três tipos: dedução, indução e abdução (ou formulação de hipóteses).

Na dedução partimos de um estado de coisas hipotético definido abstratamente por certas características. Entre as características a que não se dá atenção neste tipo de argumento está a conformidade do estado de coisas com o mundo exterior. [...] A inferência é válida se e somente existe uma relação entre o estado de coisas suposto nas premissas e o da conclusão.

Esquema 1. As dez classes de Signo, constituídas com base nas três tricotomias sýgnicas



Fonte: Peirce, 1975, p. 108.

Já, com relação ao raciocínio indutivo, Peirce (1983, p. 46, grifo do autor) que:

Quando digo que por raciocínio indutivo entendo um processo de investigação experimental, não considero experimento no sentido estreito de uma operação que varia à vontade as condições do fenômeno. [...]. Um experimento é uma pergunta posta à natureza. Como qualquer interrogatório, baseia-se numa suposição. Se esta for correta, deve-se esperar algum resultado em determinadas circunstâncias, provocadas deliberadamente ou não. [...]. Indução consiste em partir de uma teoria, deduzir predições dos fenômenos e observá-los para ver o grau de *concordância* com a teoria. A justificativa para acreditar que uma teoria que foi submetida a certo número de testes experimentais continuará sendo corroborada no futuro por testes semelhantes é que prosseguindo firmemente no método empregue, a longo prazo, descobriremos em que pé está o assunto (...)

Finalmente, sobre a abdução, Peirce (1983, p. 46) esclarece que:

Abdução é o processo para formar hipóteses explicativas. É a única operação lógica a introduzir idéias novas; pois que a indução não faz mais que determinar um valor, e a dedução envolve apenas as conseqüências necessárias de uma pura hipótese.

Assim, segundo Peirce (1983, grifo do autor) “Dedução prova que algo *deve ser*; Indução mostra que algo *atualmente é* operatório; Abdução faz uma mera sugestão de que algo *pode ser*” (p. 46, grifo do autor).

### 3.1.1.2 *O Diagrama Representativo do Signo, uma aplicação ao fenômeno de interação biológica e um instrumento de análise*

Segundo Silveira (2007), em vários momentos de sua obra, Peirce propõe o diagrama básico de representação dos signos, o qual sempre guardou a mesma estrutura básica de compreensão do fenômeno semiótico, ou seja, todas as formulações respeitam os mesmos elementos fundamentais e as mesmas relações que os unem.

Dessa forma, os diagramas e as categorias produzem modelos lógicos, ou seja, são formas possíveis e legítimas de representação das experiências dos seres humanos no interior da semiótica. O objeto presente no mundo não é produzido pela semiótica, colhe-se esse objeto por meio da observação – da sensibilização. Assim, por meio das inferências constituem-se as relações para o fenômeno o qual foi observado e, finalmente, atinge-se um objeto dinâmico possível de ser formalizado. A relação com o objeto é a concretização da semiótica. O signo representa o objeto e será genuíno, se o signo conseguir representar ou efetivar de fato esse objeto, em todas as suas dimensões. O signo será degenerado caso não consiga realizar a representação pretendida (CALDEIRA, 2005).

Outra característica importante dos diagramas é que eles pertencem ao sujeito que os produzem, isto é, o sujeito que pensa diante do objeto, no sentido de procurar saber o que pode ser abstraído e, o que pode ser conservado no diagrama idealizado. Em síntese, o sujeito deve avaliar se o diagrama produzido por ele é capaz de elucidar toda a abstração contida no signo estudado – no caso dessa tese, o fenômeno biológico de interação biológica.

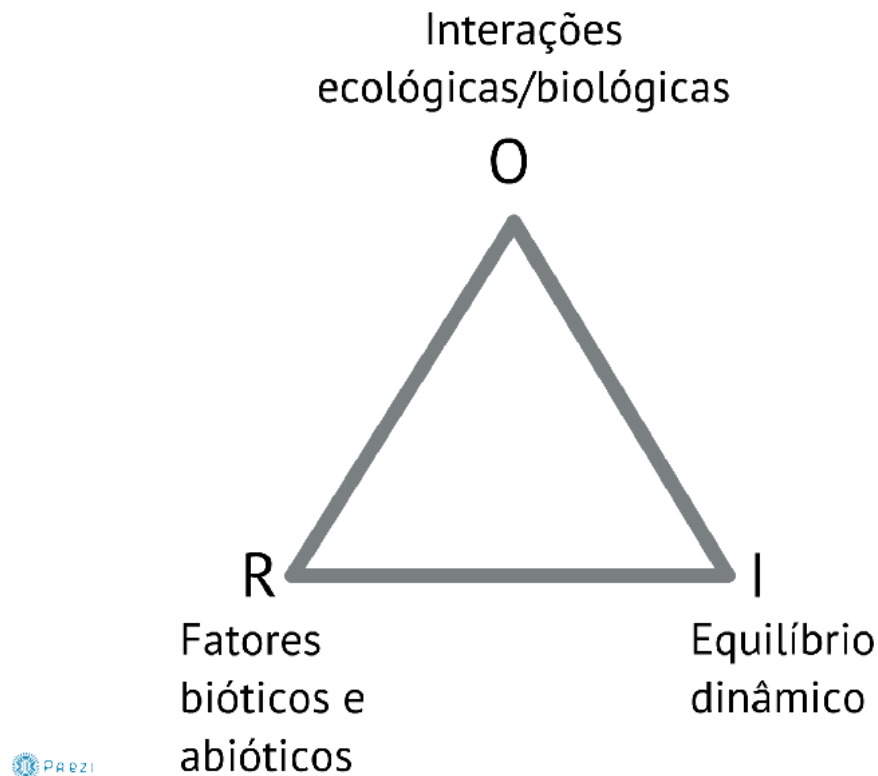
Assim, para uma melhor compreensão do fenômeno biológico investigado nessa tese, ou seja, o fenômeno de interação biológica, um diagrama representativo desse fenômeno foi construído utilizando-se do Software Prezi<sup>1</sup>, sendo apresentado a seguir (diagrama 2).

O fenômeno de interação biológica envolve: (i) os fatores bióticos e abióticos do ambiente; (ii) o fenômeno de interação biológica propriamente dito, que na pesquisa foi apresentado aos sujeitos por meio das formações vegetais do Jardim Botânico de Bauru/SP – local onde se encontra uma trilha ecológica – e, em seguida, representado por meio de imagens de algumas interações ecológicas; (iii) o equilíbrio dinâmico que envolve o fenômeno em questão.

---

<sup>1</sup> Software on-line e gratuito utilizado para confeccionar os diagramas semióticos idealizados nessa investigação.

Diagrama 2. Representação semiótica do fenômeno de interação biológica.



Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012

Assim, neste diagrama, as letras R, O, I, constituem os três correlatos que definem o signo, designadas por relações de: *representamen*, objeto e interpretante.

Nas relações de *representamen*, no domínio da primeiridade, localizam-se a potencialidade presente na disponibilidade dos fatores bióticos e abióticos do ambiente como um continuum de possibilidades de interações entre os seres vivos e o ambiente que ali se encontram. O objeto corresponde às relações de secundidade em que se encontra o fenômeno estudado – interação biológica –, em nível de significação e, onde se dá o confronto dos seres vivos em constante interação biológica. As relações de interpretante apresentam-se no nível de terceiridade, representando a continuidade das interações e constituindo no equilíbrio dinâmico do fenômeno de interação biológica estudado.

Ressalta-se aqui, que o equilíbrio dinâmico é um conceito procedente da Física e, não existe esse tipo de equilíbrio nos fenômenos naturais biológicos. Entretanto, pode-se pensar em um exemplo, no interior das interações biológicas interespecíficas para elucidar melhor o emprego desse termo (equilíbrio dinâmico) na Biologia, a citar: a relação ecológica presa-predador. Assim, imagine um ambiente em que existam presas suficientes para um determinado predador e a continuidade dessa relação (sem que ocorram fatores externos que

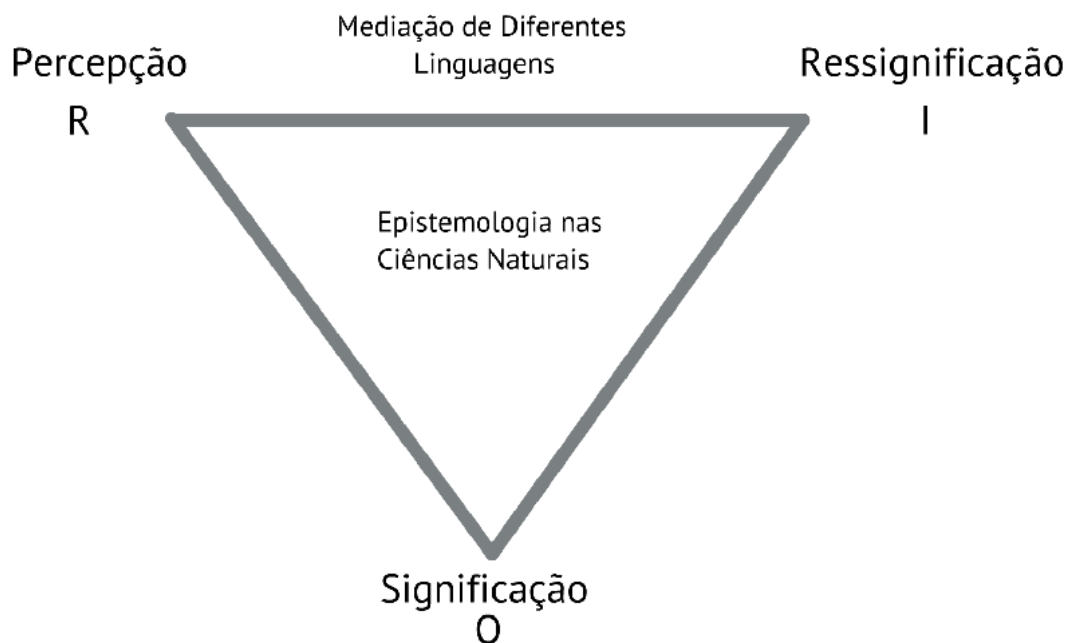
possam alterá-la). Isso pode ser considerado um equilíbrio dinâmico na relação presa-predador (apesar de isso não significar um equilíbrio quantitativo dessa relação, ou seja, um número de presas maior que o número de predador).

Além deste diagrama representativo sobre o fenômeno de interação biológica, foi elaborado outro (e já apresentado na Introdução) que ancora esse estudo (diagrama 3), e que irá subsidiar as análises semióticas dos dados obtidos, no sentido de analisar qual o nível de raciocínio científico os sujeitos dessa pesquisa conseguiram alcançar e, conseqüentemente, como base nesses resultados, propor extrapolações para o ensino de Biologia.

Ressalta-se também que, na apresentação de um signo/objeto a um interpretante, reside toda a potencialidade desse signo/objeto. Nesse sentido, na presente investigação foi apresentado o “Jardim Botânico” aos sujeitos dessa pesquisa. O diagrama 3 inicialmente proposto é a seguir reproduzido.

Neste diagrama 3, as letras R, O, I, constituem os três correlatos que definem o signo, designadas por relações de: *representamen*, objeto e interpretante.

Diagrama 3. Representação semiótica para a análise dos dados.



Nas relações de *representamen*, no domínio da primeiridade, localiza a percepção que os sujeitos dessa pesquisa captaram do fenômeno de interação biológica estudado. O objeto corresponde às relações de secundidade, em que se evidencia como esses sujeitos significaram/relacionaram o conceito de interação biológica. Já as relações de interpretante, as quais se apresentam no nível de terceiridade, tentam inferir como os sujeitos dessa pesquisa formalizaram suas ideias sobre o conceito estudado, no sentido de ressignificá-las.

Assim, destaca-se o interpretante final/lógico. Na relação do signo estudado (conceito de interação biológica) com o interpretante final, encontram-se novamente três níveis de interpretante: o reumático, o dicente e o argumento. Esse último, o argumento, é ainda subdividido em outros três níveis: a abdução (primeiridade/formulação de hipóteses), indução (secundidade) e dedução (terceiridade).

A mediação das diferentes linguagens que o diagrama faz referência compreende as linguagens científicas, as linguagens do senso comum, as linguagens midiáticas, que permeiam as relações de ensino e aprendizagem das ciências naturais.

#### 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A abordagem metodológica desenvolvida nessa pesquisa é de natureza qualitativa. Segundo Flick (2004) a pesquisa qualitativa caracteriza-se pela escolha adequada de métodos e teorias; pelo conhecimento dos participantes da pesquisa bem como de sua diversidade; pela subjetividade do pesquisador e de sua pesquisa e, por último, pela diversidade de abordagens teóricas e seus métodos.

Segundo esse autor, na pesquisa qualitativa há uma relação inseparável entre os dados empíricos coletados e a teoria e, desses com os processos de análises desenvolvidos. Assim, para Flick (2004) o processo de pesquisa qualitativa pode ser representado por duas trajetórias: uma parte da teoria em direção ao texto (produzido a partir dos dados empíricos coletados) e a outra, parte do texto e volta à teoria. O cruzamento dessas duas trajetórias resulta na coleta de dados, sendo que a interpretação destes origina um plano de pesquisas específico.

Para a coleta de dados empíricos dessa investigação, se empregou a discussão em grupo. Segundo Flick (2004), a dinâmica que se desenvolve quando uma discussão é estimulada, pode ser utilizada como fonte de conhecimento.

Nessa perspectiva, a utilização da discussão em grupo como método de coleta de dados favorece o modo pelo qual as opiniões dos participantes do grupo são geradas, expressas e modificadas na vida cotidiana. Além disso, permite que os membros do grupo estudado revejam suas posições, como meio de validar enunciados e pontos de vista – no caso em que tais posições não sejam compartilhadas socialmente ou que sejam incorretas ou ainda radicais. Essas discussões também podem transformar o contexto de um grupo em um instrumento que reconstrói opiniões individuais de maneira mais apropriada. Por último, esse método pode analisar os processos comuns de resolução de problemas no grupo (FLICK, 2004). No caso específico, foi investigado como os membros do grupo de pesquisa (re)constróem o conceito de interação biológica ao longo de uma intervenção formativa.

Para tanto, foi empregada como técnica de pesquisa qualitativa o estudo de caso, pelo fato de ser uma investigação bem delimitada e por compreendê-la a partir de um interesse singular, ou seja, um grupo de pesquisas cuja importância esteve centrada na formação de pesquisadores e que foi ancorado teoricamente em aspectos da epistemologia da Biologia. Nesse contexto, as principais características que regem o estudo de caso buscam novas descobertas; enfatizam o contexto em que o estudo se situa; retratam a realidade de maneira completa e profunda; variam as fontes de informação; permitem generalizações naturalísticas;

representam distintos pontos de vista, além do uso de linguagem acessível (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Ao balizar o caso estudado a pesquisadora delimita também a apresentação dos resultados obtidos, pois a dinâmica do grupo de pesquisas estudado influencia a formação dos participantes desse grupo.

Outro aspecto importante dessa investigação refere-se à utilização de diversas estratégias de coleta de dados devido à própria natureza da pesquisa qualitativa, ou seja, a necessidade de coletar dados nos vários períodos da investigação, tendo como base diversos instrumentos. A reunião de vários instrumentos de coleta de dados forma a triangulação de dados. Segundo Flick (2004, p. 237) a triangulação constitui-se em possibilidade de combinar diferentes técnicas, grupos de estudo, ambientes locais e temporais e perspectivas teóricas distintas no tratamento do fenômeno estudado. Para o autor, a triangulação de dados,

[...] pode ser aproveitada como uma abordagem para embasar ainda mais o conhecimento adquirido por meio de métodos qualitativos. O embasamento aqui não significa avaliar os resultados, mas ampliar e completar sistematicamente as possibilidades de produção do conhecimento (FLICK, 2004, p. 238).

Segundo Patton (2002), estudos que utilizam uma única forma de coleta de dados estão mais vulneráveis aos erros do que aqueles que utilizam métodos variados, pois diferentes fontes de dados fornecem uma maior possibilidade de validar os cruzamentos entre os dados obtidos.

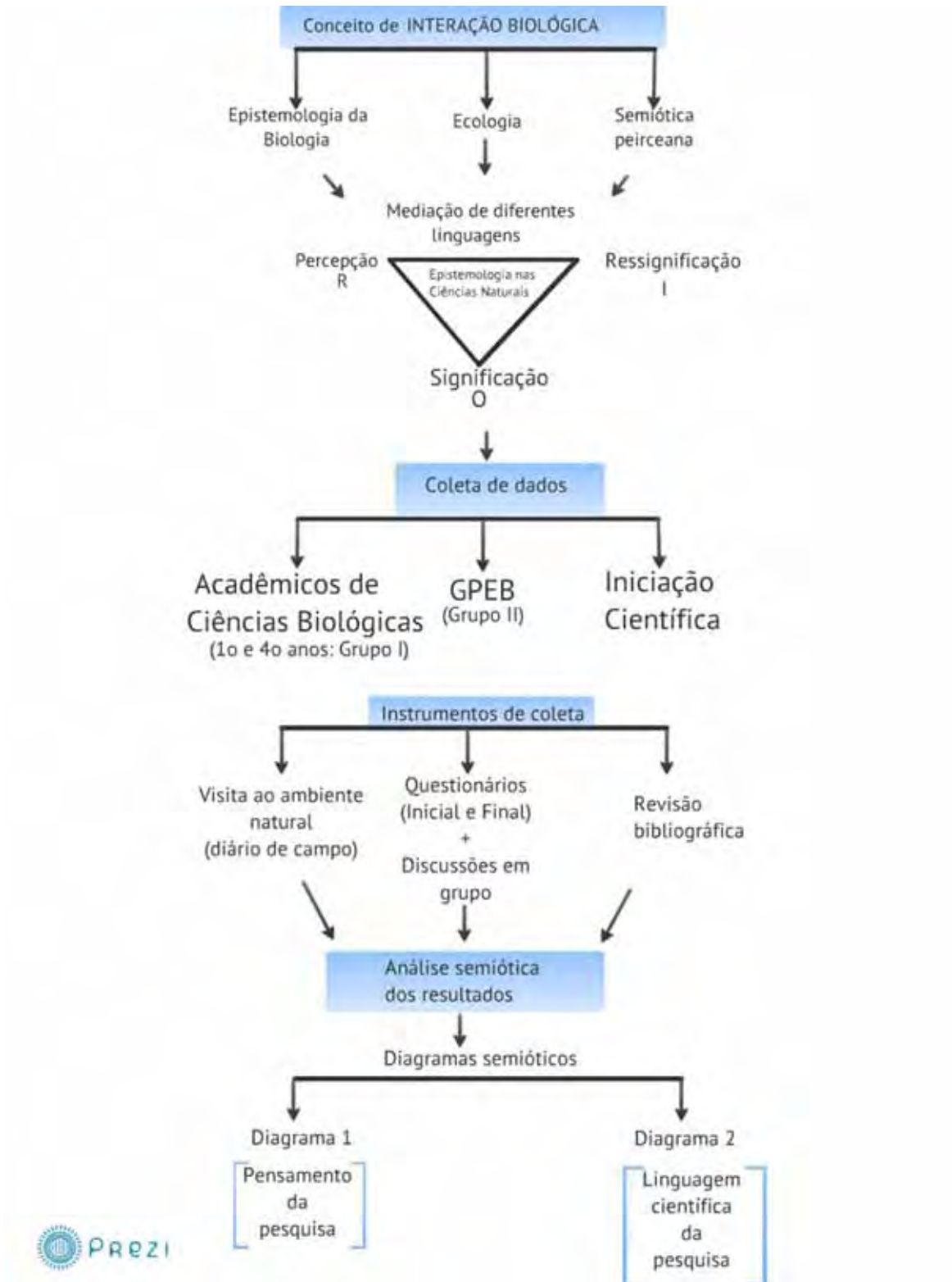
Nessa perspectiva, a triangulação de dados nesta investigação reuniu vários instrumentos de coleta, compreendendo: visita ao ambiente natural, aplicação de questionários, discussões em grupo e produção de documento (com base no desenvolvimento de projeto de Iniciação Científica).

Assim, na sequência será apresentada a constituição do grupo de pesquisas estudado, bem como a dinâmica de trabalho estabelecida durante a coleta dos dados empíricos desse trabalho.

#### 4.1 O “DESENHO” DA PESQUISA

A retomada do “desenho” dessa pesquisa se faz necessária para melhor detalhar como ela foi concebida. Assim, segue a Figura 1.

Figura 1. O “Desenho” da pesquisa



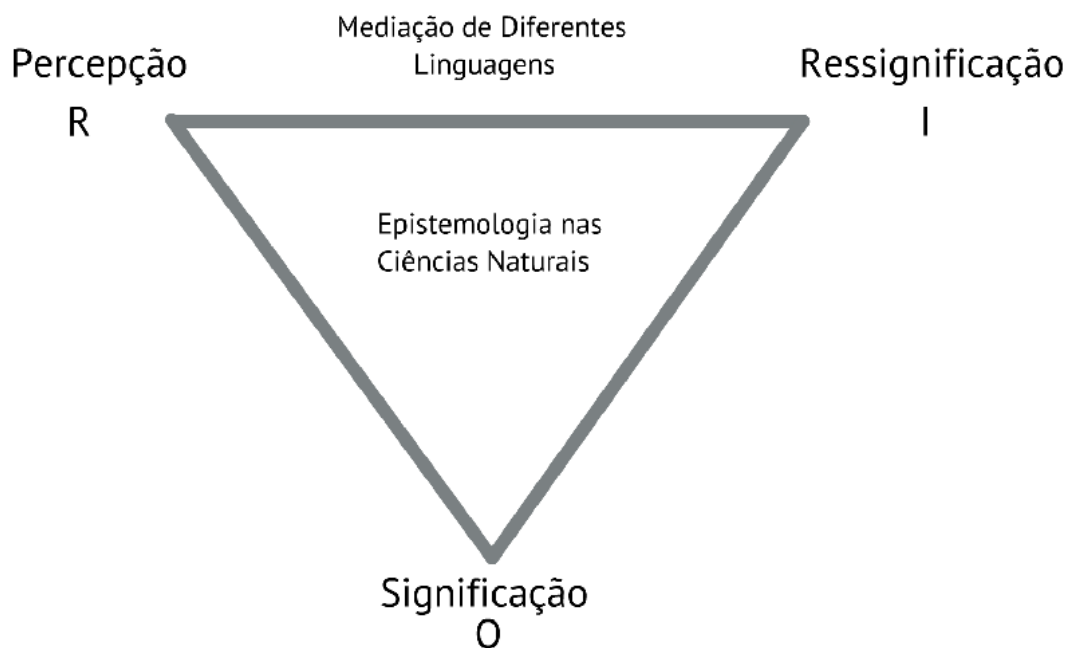
Fonte: Maricato, 2012.

Os dados empíricos dessa investigação foram obtidos durante o segundo semestre de 2011. Como já informado anteriormente, o conceito estudado foi o de interação biológica (na

perspectiva da semiótica peirceana, esse conceito pode ser considerado um signo a ser melhor compreendido). Dessa forma, as áreas do conhecimento na qual essa investigação se sustenta teoricamente são principalmente: a epistemologia da Biologia; a Ecologia e a Semiótica Peirceana, sendo este último, o referencial teórico que sustenta a metodologia, bem como a análise e discussão dos dados dessa pesquisa.

Nesse contexto, o triângulo invertido da Figura 1 é o diagrama semiótico (Diagrama 4<sup>2</sup>) e representa o “pensamento” dessa pesquisa, ou seja, seu ponto de partida (ou “caminho semiótico” trilhado). Assim, esse diagrama é a representação semiótica que norteou a coleta e a análise dos dados dessa tese, o qual foi elaborado por Caldeira (2005, p. 137).

Diagrama 4. Diagrama geral da pesquisa



Fonte: Caldeira, 2005, p. 137.

Nesse diagrama, as letras R, O, I, constituem os três correlatos que definem o signo, designadas por relações de: *Representamen*, Objeto e Interpretante.

Nas relações de *representamen*, no domínio da primeiridade, localiza-se a percepção, representando toda a potencialidade de tudo que é possível perceber sobre o fenômeno de

<sup>2</sup> Já apresentado na Introdução e no Capítulo 3 desse trabalho.

interação biológica estudado, ou seja, um continuum de possibilidades percebidas. O objeto corresponde às relações de secundidade em nível de significação, em que as relações dos sujeitos dessa pesquisa com o fenômeno e o conceito estudado – interações biológicas – se confrontam. As relações de interpretante apresentam-se por meio da representação dos sujeitos dessa pesquisa, ou seja, de que maneira esses sujeitos compreenderam o fenômeno ao qual se confrontaram. Esse correlato de terceiridade possibilita que esses sujeitos ressignifiquem o fenômeno aqui estudado.

Assim, a análise semiótica dos dados desse estudo poderia ser realizada com base na relação do *Representamen* com seu objeto (nas categorias de Ícone, Índice e Símbolo). Entretanto, optou-se aqui por analisá-los com base na relação do *Representamen* com os interpretantes, como será elucidado no Capítulo 6.

#### 4.2. A PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO: A SEMIÓTICA PEIRCEANA COMO UM CAMINHO PARA A (RE)CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA

Os sujeitos dessa pesquisa foram os acadêmicos do primeiro e quarto anos do curso de Ciências Biológicas da Unesp/Bauru/SP (Licenciatura/período integral) e os participantes do GPEB, também acadêmicos do curso de Ciências Biológicas da Unesp/Bauru/SP, porém, esses acadêmicos cursavam anos distintos do curso e períodos variados (diurno e noturno). Assim, o foco desse estudo no que diz respeito aos seus sujeitos, foi o da formação inicial de professores.

O GPEB era composto inicialmente por dez graduandos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Unesp/Bauru/SP, sendo: quatro do segundo ano integral, três do terceiro ano integral, um do quarto ano integral e dois do quarto ano noturno, além da pesquisadora.

A coleta de dados realizada com os acadêmicos do curso envolveu a visita ao ambiente natural e a aplicação de dois questionários iniciais (Apêndices 1 e 2). Já, a coleta de dados realizada com os participantes do GPEB envolveu: a visita ao ambiente natural, a aplicação dos mesmos questionários iniciais, as discussões em grupo, além da aplicação do questionário final (Apêndice 3).

A dinâmica de trabalho estruturada semanalmente para o desenvolvimento das reuniões do GPEB foi: (i) leitura prévia, dos textos científicos selecionados pela pesquisadora

(os critérios para essa seleção serão explicitados em subitem posterior), os quais abordavam o conceito estudado; (ii) discussões em grupo dos textos estudados. Ressalta-se aqui que, devido à abrangência do conceito estudado e por motivos já expostos na Introdução desse trabalho, optou-se por fazer um recorte do conceito de interação biológica e focar o conceito de interação ecológica; (iii) aplicação de questionários, antes e no término das discussões em grupo.

Essas discussões tinham como objetivo, não somente a compreensão das relações ecológicas abordadas nos textos, mas principalmente, um espaço para que os participantes do GPEB pudessem trazer e discutir exemplos, tirar dúvidas, fazer questionamentos, confidenciar incertezas, entre outros aspectos que fazem da Ciência um campo muito mais fértil de discussões do que é possível acreditar nos bancos universitários.

Na presente investigação, optou-se por abandonar a proposta inicialmente realizada pelo GPEB, ou seja, discutir os conceitos biológicos valendo-se da hierarquização do conhecimento biológico (SALTHER, 1985; 2001).

Assim, quando se divide os vários níveis de organização dos seres vivos em sistemas – célula, órgãos, organismos, populações, comunidades, ecossistemas, com o intuito de compreendê-los melhor, as conexões que caracterizam esses níveis não são analisadas devidamente. Isso leva a uma visão equivocada do conhecimento biológico, com ausência da devida compreensão dos conceitos em questão e sem a devida aplicabilidade desse conhecimento na vida dos estudantes (ANDRADE *et al.*, 2008).

Levando em consideração este contexto, essa investigação partiu da compreensão de que ao estudar o conceito de interação biológica, devido à sua centralidade e abrangência, é possível ultrapassar os limites colocados pela hierarquia acima citada.

Os objetivos elencados para o desenvolvimento dessa investigação no GPEB foram (i) o aprofundamento de estudos em epistemologia da Biologia, bem como o estabelecimento de relações entre esta, a Didática e o ensino de Biologia; (ii) a integração dos conhecimentos biológicos e sua articulação para que os participantes do grupo possam desenvolver habilidades cognitivas, as quais os auxiliem no estabelecimento de uma narrativa biológica mais sistêmica, que possa conduzi-los a uma compreensão mais ampla do conhecimento biológico.

Desse modo, com o desenvolvimento da presente investigação, no âmbito do GPEB, espera-se que seus participantes, como futuros pesquisadores e professores de Biologia, passem a compreender a dimensão epistemológica da Biologia, integralizem e articulem esses

conhecimentos no sentido de desenvolverem narrativas sobre o conhecimento biológico de forma mais ampla e complexa.

#### 4.2.1 O Caminho Semiótico

Segundo Santaella (1993) quando o assunto é percepção, no sentido atual da evolução humana, 75% das percepções são visuais, 20% são auditivas e os outros 5% estão relacionados aos outros sentidos (tato, olfato e paladar). A visão e a audição estão relacionadas às funções de sobrevivência e de defesa humanas no ambiente, além de serem os dois sentidos humanos diretamente ligados ao cérebro. Assim, de acordo com a autora, para Peirce, não pode haver (e não há), separação entre percepção e conhecimento. Dessa forma, para Peirce, “todo pensamento lógico, toda cognição, entra pela porta da percepção e sai pela porta da ação deliberada” (SANTAELLA, 1993, p. 16).

Assim, com base na proposta de investigação acima descrita, a qual envolveu a visita ao ambiente natural com os sujeitos participantes dessa pesquisa, faz-se necessário apresentar algumas noções básicas da semiótica peirceana, como a ideia de percepção. Também é importante a elaboração de diagramas e categorias, pois estes são formas que possibilitam representar a experiência dentro da semiótica. Os diagramas ancoram o pensamento da pesquisadora no sentido de auxiliarem no estabelecimento das relações necessárias para a análise do conceito estudado, bem como das relações de aprendizagem construídas.

Ressalta-se aqui, segundo Caldeira (2005), que não há referências diretas na obra de Peirce sobre a relação entre apresentação e a representação. Porém, Habermas (1991) aponta algumas premissas fundamentais para essa relação, ou seja,

De forma a conseguir desempenhar devidamente a função de apresentação, um signo deve, em simultâneo, poder ser ele mesmo interpretado. [...]. Um signo não consegue estabelecer uma referência epistêmica a algo existente no mundo enquanto ele próprio não puder, ao mesmo tempo, dirigir-se ao espírito que interpreta, isto é, enquanto puder ser utilizado para fins comunicativos. Sem comunicabilidade, qualquer forma de representação é impossível de acontecer e vice-versa (HABERMAS, 1991, p. 11-12).

Essa compreensão faz com que seja possível interpretar que, no paradigma do pensamento representativo, segundo Habermas (1991), “o mundo objectivo é concebido como a totalidade das coisas possíveis de serem representadas, e o mundo subjectivo, como a esfera de nossas representações de possíveis objectos” (p. 16). Segundo esse autor, a filosofia peirceana destrói essa estrutura, reinterpretando semioticamente o conceito de “representação”, isto é, da relação binária de representação, surge a tríade da apresentação

mediadora de signos. No lugar da relação sujeito-objeto, surge a relação entre linguagem e mundo.

Assim, retomando o caminho semiótico desta investigação, no primeiro momento perceptivo, os sujeitos participantes da pesquisa foram apresentados ao ambiente natural, ou seja, a trilha ecológica, localizada no Jardim Botânico do Município de Bauru/SP (que será chamado de ambiente natural).

Segundo Caldeira (2005) estimular essa percepção inicial somente é possível se os estudantes estiverem no ambiente natural. Para a autora, “representar uma flor é muito diferente de apresentá-la” (p. 137), e continua:

[...] pois os elementos que estimulam os órgãos sensoriais não estão todos presentes na representação, enquanto na apresentação reside toda potencialidade da experiência. É nessa interação do objeto com o sujeito, do estudante com o fenômeno que estarão presentes as possibilidades de geração de significados genuínos (CALDEIRA, 2005, p. 137).

Dessa forma, o Diagrama 4 (Caldeira, 2005), ancora a investigação proposta nessa tese, além de representar o conjunto das relações fenomênicas a serem aqui analisadas.

De acordo com Caldeira (2005), para o alicerce do estudo desejado, a idealização da estrutura desse diagrama permite indicar a primeira categoria que se apresenta, ou seja: a percepção. É essa que se faz presente essencialmente na visualização, na audição, na captura das cores, formas, movimentos, na sensação tátil, bem como na expressão das emoções que acompanham a atenção para os fenômenos da natureza. A outra categoria presente é a significação, no nível de secundidade, a qual mantém em seu interior as possíveis relações a serem estabelecidas pelos sujeitos de pesquisa durante o estudo do fenômeno de interação biológica. E, no nível de terceiridade, a ressignificação será compreendida como o processo de construção do raciocínio, pois, segundo Caldeira (2005) “para Peirce, o conhecimento é racionalidade e o ideal do raciocínio será seguir os métodos, para que o conhecimento se desenvolva mais rapidamente” (p. 49).

Assim, em concordância com essa autora, com base na organização dessas concepções, de acordo com a tríade proposta por Peirce, é possível investigar o desenvolvimento do raciocínio científico, valendo-se das seguintes categorias: (i) abdução (ou da construção de hipóteses); (ii) indutivo (ou da verificação das hipóteses); (iii) dedutivo (ou do desdobramento das implicações lógicas das hipóteses), os quais já foram elucidados no Capítulo 3.

A seguir será apresentado o cronograma das atividades realizadas, bem como os instrumentos de coleta de dados dessa investigação.

#### 4.3 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO GPEB

No quadro 1 estão apresentadas as atividades (atividade de campo, aplicação de questionários e datas das reuniões de discussão em grupo) desenvolvidas nas dezesseis reuniões do GPEB, bem como a relação dos textos discutidos em cada um.

Quadro 1. Cronograma das atividades realizadas pelo Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia durante o segundo semestre de 2011.

| Mês/<br>Dia         | ATIVIDADES DESENVOLVIDAS  |
|---------------------|---|
| <b>Agosto</b><br>08 | Esclarecimentos aos participantes do grupo sobre a dinâmica do trabalho do grupo durante o semestre; aplicação do questionário perfil dos participantes do GPEB (Apêndice 4), e apresentação do “Termo de consentimento livre e esclarecido” aos participantes do grupo de pesquisa (Apêndice 5); |
| 19                  | Visita ao ambiente natural com os participantes do GPEB e aplicação dos Questionários iniciais (Apêndices 1 e 2);   |
| 29                  | Texto 01 - “A autonomia da Biologia”- Ernst Mayr (2005);  |
| <b>Set.</b><br>05   | Texto 02 - “Indivíduo e ambiente” - Lewontin (2002);  |
| 12                  | Visita ao ambiente natural com os acadêmicos do 4º ano do curso de Ciências Biológicas e aplicação dos Questionários iniciais (Apêndices 1 e 2);  |
| 29                  | Visita ao ambiente natural com os acadêmicos do 1º ano do curso de Ciências Biológicas e aplicação dos Questionários iniciais (Apêndices 1 e 2);  |
| <b>Out.</b><br>03   | Texto 03. “Interações mutualísticas entre formigas e plantas”; Wesley Dáttilo et al. – <b>EntomoBrasilis</b> , v. 2, n.2, p. 32-36, 2009.   |
| 10                  | Texto 04 - “Que perguntas faz a ecologia?” - Ernst Mayr (2008);   |
| 24                  | Texto 05. “Análise biossemiótica voltada para sistemas ecológicos”; Fernanda da Rocha Brando e Ana Maria de Andrade Caldeira – <b>Filosofia e História da Biologia</b> , v.2, p. 141-157, 2007;   |
| 31                  | Texto 06. “O caramujo exótico invasor <i>Achatina Fulica</i> (Stylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): situação atual”; Joana Zanol et al. - <b>Biota Neotropica</b> , v. 10, n. 3, 2010.   |
| <b>Nov.</b><br>07   | Texto 07. “Especificidade de hospedeiro: padrões ecológicos de insetos fitófagos em ecossistemas tropicais”; Milena de Sousa Nascimento & Ricardo Ferreira Monteiro – <b>Oecol. Bras.</b> , v.12, n. 4, p. 602-609, 2008;   |
| 21                  | Texto 8. “Coevolução”. In: <b>Ecologia das populações e das comunidades: uma abordagem evolutiva do estudo da biodiversidade</b> ; Maria Teresa Pité & Teresa Avelar. Editora: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 315, 1996;  |

|                   |  |
|-------------------|--|
| 28                | Texto 9. “O conceito de interação na organização dos seres vivos”; Fernanda Aparecida Meghioratti; Ana Maria de Andrade Caldeira e Jehud Bortolozzi. <b>Filosofia e História da Biologia</b> , v. 1, p. 91-105, 2006;  |
| <b>Dez.</b><br>02 | Palestra 1. Apresentação dos resultados do trabalho de Iniciação Científica intitulado “ O conceito de interação biológica como integrador do conhecimento biológico: uma revisão da literatura”, desenvolvido por uma participantes do GPEB;<br><br>- Aplicação do Questionário Final (Apêndice 3). |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

#### 4.4 A COLETA DOS DADOS

Para facilitar a compreensão da coleta de dados dessa investigação, são apresentados os dois grupos de estudantes sujeitos dessa pesquisa:

Quadro 2. Apresentação dos sujeitos da pesquisa

| <b>GRUPO I</b>   | <b>GRUPO II</b>   |
|--|---|
| Acadêmicos do 1º e 4º anos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Unesp/Bauru/SP (período integral); | Participantes do GPEB: acadêmicos dos diversos anos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Unesp/Bauru/SP (período integral e noturno); |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

O número total de sujeitos de pesquisa foi de quarenta e oito (48) divididos em dois grupos, ou seja: Grupo 1, composto por vinte e quatro (24) acadêmicos do primeiro ano, quatorze (14) do quarto ano; Grupo 2 composto por dez (10) participantes do GPEB.

O perfil dos participantes do GPEB é variado, caracterizado por diferentes níveis de formação, interesses de pesquisa e tempo de participação no grupo, sendo assim é trazida uma caracterização dos mesmos no quadro 3.

Quadro 3. Perfil dos participantes do GPEB durante a coleta de dados

| <b>Participantes</b> | <b>Período/Semestre do curso</b> | <b>Áreas de pesquisa de interesse</b>                                    | <b>Período de participação no grupo</b> |
|----------------------|----------------------------------|--|---|
| Participante 1       | Integral/4º                      | Micro/Imunologia   | Iniciante                               |
| Participante 2       | Noturno/8º                       | Educação   | Iniciante                               |
| Participante 3       | Integral/6º                      | Ecologia; Educação e História e Filosofia da Biologia                    | Iniciou em 2010                         |
| Participante 4       | Integral/4º                      | Biologia molecular; Genética; Bioquímica                                 | Iniciante                               |
| Participante 5       | Integral/6º                      | Educação Ambiental; Ecologia; Engenharia genética; Botânica              | Iniciou em 2010                         |
| Participante 6       | Integral/4º                      | —  | Iniciante                               |
| Participante 7       | Integral/6º                      | Educação; Genética; Biologia teórica; Bioética; Fisiologia; Neurociência | Iniciou em 2010                         |
| Participante 8       | Integral/3º                      | Biologia marinha; Ecologia   | Iniciante                               |
| Participante 9       | Integral/4º                      | Zoologia e Psicopedagogia  | Iniciante                               |
| Participante 10      | Noturno/8º                       | —  | Iniciante                               |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012

As atividades foram desenvolvidas distintamente nos dois grupos, as quais são apresentadas no quadro 4 abaixo. Estas atividades foram o espaço para a realização da coleta de dados, base para a análise dessa tese.

Quadro 4. Atividades desenvolvidas para a coleta de dados nos Grupos I e II

| <b>COLETA DE DADOS</b>  |  |
|---|--|
| <b>Grupo I</b>  | <b>Grupo II</b>  |
| 1. Visita à trilha ecológica do Jardim Botânico de Bauru/SP<br>- Datas: 1º ano em 29/09/2011 e 4º ano em 12/09/2011 | 1. Visita à trilha ecológica do Jardim Botânico de Bauru/SP<br>- Data: 19/08/2011; |
| 2. Aplicação dos questionários iniciais (Apêndices 1 e 2)<br>- Datas: 1º ano em 29/09/2011 e 4º ano em 12/09/2011   | 2. Aplicação dos questionários iniciais (Apêndices 1 e 2)<br>- Data: 19/08/2011    |
|   | 3. Discussões em grupo<br>- Período: 29/08 a 02/12/2011                            |
|   | 4. Aplicação do questionário final (Apêndice 3)<br>- Data: 02/12/2011              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Dessa forma, os acadêmicos do Grupo I realizaram visita ao ambiente natural e em seguida responderam ao questionário inicial\*. E os participantes do GPEB (Grupo II) também realizaram visita ao ambiente natural e em seguida responderam ao questionário inicial. Mas, além disso, participaram durante o segundo semestre de 2011 das discussões em grupo no GPEB e, por fim, da aplicação do questionário final.

Tais atividades serão a seguir rapidamente caracterizadas.

#### **4.4.1 Visita ao Ambiente Natural**

A visita à trilha ecológica do Jardim Botânico de Bauru foi uma das atividades realizadas e subsidiou o caminho semiótico dessa investigação. Ela foi escolhida por ser composta predominantemente por vegetação de cerrado, sendo também o tipo de vegetação predominante da região da cidade de Bauru/SP. Neste sentido, a escolha desse ambiente estava relacionada a um ambiente “familiar” aos sujeitos de pesquisa, além da boa conservação da trilha, que possui extensão de um quilômetro, é caracterizada por *formações vegetais* que abrangem uma parte de mata estacional e outra de cerrado.

As percepções dos estudantes durante essa visita foram anotadas em diário de campo. Após, os estudantes responderam ao questionário inicial.

#### **4.4.2 Questionário Inicial**

O questionário inicial<sup>3</sup> (APÊNDICE 1) respondido logo após a visita busca a identificação da representação dos estudantes sobre o conceito de interação, com o objetivo de captar as percepções iniciais desses sujeitos durante a visita a esse ambiente.

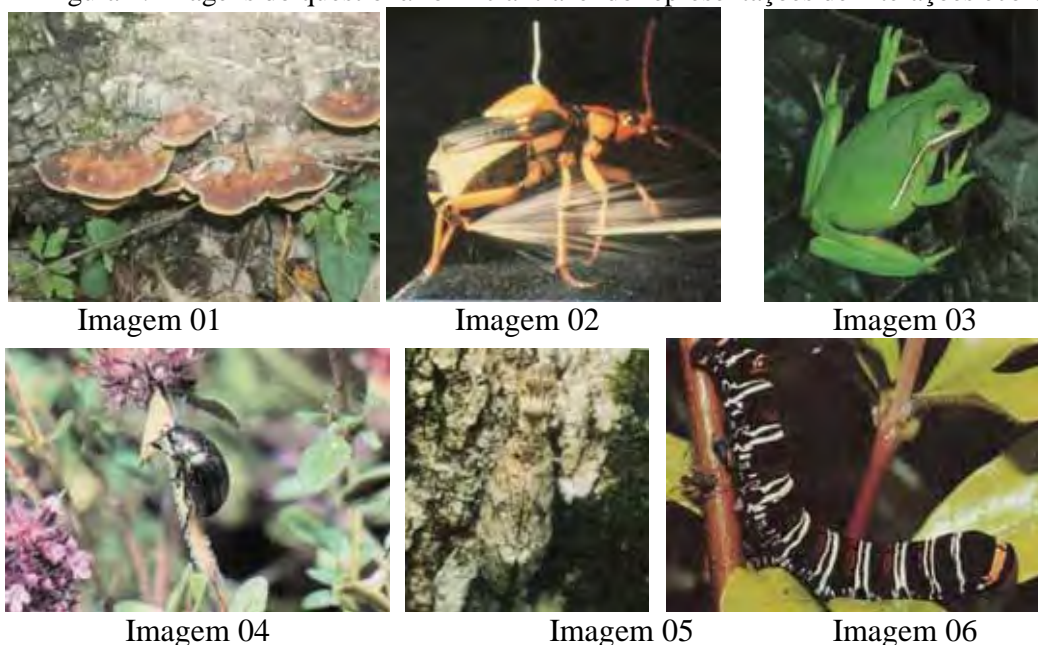
Na sequência, foi solicitado aos estudantes que respondessem ao questionário de representação do conceito de interação, mas agora fora do ambiente natural. Neste segundo instrumento de coleta foram apresentadas várias imagens coloridas (retiradas do livro “A economia da natureza” de Robert E. Ricklefs, 2003) que representavam algumas das interações ecológicas comumente encontradas em Livros Didáticos e manuais acadêmicos (figura 2). Propositamente, algumas dessas imagens traziam representações “clássicas” das interações ecológicas, e outras, não tão “clássicas” assim. Em seguida, foi solicitado aos

---

<sup>3</sup> O questionário inicial foi composto por dois instrumentos respectivamente: o questionário de representação do conceito de interação durante a visita ao ambiente natural e o questionário de representação do conceito de interação fora do ambiente natural.

alunos que respondessem às várias questões referentes ao conceito de interação biológica, com base nas imagens representadas.

Figura 2. Imagens do questionário inicial trazendo representações de interações ecológicas



Fonte: Livro “A Economia da Natureza” de Robert E. Ricklefs. Editora Guanabara Koogan, 5 ed., 2003.

A aplicação desses dois instrumentos servirá para as futuras análises semióticas, ou seja: analisar as respostas dos estudantes quanto à percepção de um ambiente natural e suas representações fora do ambiente natural, com relação ao conceito de interação estudado.

#### 4.4.3 Questionário Final

O questionário final (APÊNDICE 3) aplicado ao término das discussões do grupo de pesquisas teve como objetivo verificar se os participantes conseguiram avançar na (re)construção do conceito estudado, objetivo principal dessa tese.

O questionário intitulado “Perfil do participante” (APÊNDICE 4), foi aplicado somente para os participantes do GPEB, no sentido de conhecer um pouco do perfil e interesse acadêmico desses participantes.

O documento intitulado “Termo de consentimento livre e esclarecido” (APÊNDICE 5), necessário à regularização da coleta de dados dessa tese junto ao Conselho de Ética da UNESP, foi assinado voluntariamente por todos os participantes do GPEB.

#### 4.4.4 Discussões em Grupo

As discussões em grupo foram realizadas em todas as reuniões do GPEB e conduzidas pela pesquisadora como parte integrante da coleta de dados dessa tese.

De acordo com Flick (2004) quando há estímulo e dinamismo em uma discussão, essas podem ser utilizadas como fonte de conhecimento. Nas discussões em grupo surgem as opiniões da maneira como são expressas no cotidiano. Nessas discussões podem ocorrer correções de opiniões pelo grupo (opiniões radicais, que estejam incorretas ou que ainda não foram compartilhadas socialmente), como forma de validar enunciados e pontos de vistas. Segundo o autor, o grupo “transforma-se em uma ferramenta que reconstrói opiniões individuais de forma mais adequada” (p.126). Flick (2004) ainda defende que as discussões em grupo podem ser entendidas como uma maneira de os participantes de um grupo chegar a uma opinião comum, a qual transcenda o limite das opiniões de cada participante.

Assim, as reuniões do GPEB foram realizadas semanalmente, com duração média de uma hora e meia cada, totalizando quinze encontros, sendo nove reuniões de discussões em grupo, uma palestra da participante que desenvolveu uma pesquisa de Iniciação Científica (Quadro 1). Essas reuniões foram gravadas em um gravador digital de voz e, posteriormente, transcritas na íntegra pela pesquisadora, para posterior descrição e análise dos dados.

A dinâmica das discussões do grupo, cujo foco foi o conceito de interação ecológica ocorreu a partir da escolha de textos pela pesquisadora. No mínimo, com uma semana de antecedência, o texto escolhido era fotocopiado ou enviado anexo, via internet, aos participantes do GPEB. A leitura dos textos era considerada obrigatória pela pesquisadora (com a anuência dos participantes). Essa obrigatoriedade era necessária para o bom andamento das discussões, pois os participantes do grupo, ao realizarem a leitura prévia dos textos tinham a possibilidade de desenvolver a decodificação inicial do texto, elaborando com mais facilidade suas dúvidas, críticas, concordâncias, discordâncias, facilitando assim, uma participação mais dinâmica nas discussões em grupo.

A sequência dos textos estudados foi indiretamente indicada pelos participantes do grupo à pesquisadora, ou seja, à medida que os textos eram estudados e discutidos, surgiam dúvidas e ideias que necessitavam de aprofundamento ou mesmo dificuldades com alguns conceitos relacionados ao conceito estudado, sendo que essas situações eram levadas em consideração na definição dos textos futuros.

#### 4.5. PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

O desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica se insere como um documento, o qual faz parte da coleta de dados teórica dessa investigação.

Esse documento, produzido a partir do desenvolvimento do projeto de Iniciação Científica intitulado: *O conceito de interação biológica como integrador do conhecimento biológico: uma revisão da literatura*, por uma das participantes do GPEB e iniciado em agosto de 2010 e sua contribuição para esse estudo está relacionada à realização de uma revisão bibliográfica, cujo objetivo foi investigar qual a contribuição das pesquisas das áreas específicas da Biologia sobre o conceito de interação biológica, ou seja, como essas pesquisas abordam esse conceito biológico, foco de investigação dessa tese.

A revisão de literatura desse projeto foi realizada nos últimos dez anos (1999 – 2010). Esse estudo também foi importante para iniciar a participante na pesquisa de Iniciação Científica. Os resultados obtidos foram sendo discutidos em vários capítulos dessa tese.

No decorrer dos trabalhos desenvolvidos pelo GPEB, outra participante manifestou desejo de iniciar uma pesquisa, porém, inicialmente suas ideias ainda estavam no nível sincrético. A partir da participação ativa dessa acadêmica nas reuniões do grupo ela elaborou um problema de pesquisa e, em seguida, uma proposta de projeto de Iniciação Científica. Com isso pode-se perceber o desenvolvimento dessa participante cujas ideias passaram do nível sincrético ao sintético, a ponto de chegar ao desenvolvimento de um projeto de pesquisa próprio.

#### 4.6 A ESCOLHA DOS TEXTOS PARA AS DISCUSSÕES SOBRE O CONCEITO DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA

A indicação dos textos estudados no GPEB, bem como de suas sequências (ver Quadro 1), foi realizada pela pesquisadora de maneira gradual, à medida que as discussões sobre o conceito de interação biológica avançavam no grupo, respeitando a dinâmica que os participantes foram estabelecendo no decorrer das reuniões/discussões, por meio das relações que eram construídas, bem como das dúvidas, dificuldades e obstáculos que foram surgindo durante as discussões.

A cada reunião, com base nas discussões em grupo, foi sendo desenvolvida uma análise mais aprofundada do texto, seguida de momentos de questionamentos e reflexões, orientadas pela pesquisadora aos participantes do grupo e vice-versa. A apropriação do discurso do texto, de forma gradativa foi levada em consideração pela pesquisadora. A problematização foi estimulada pela pesquisadora, a fim de gerar o início da busca de autonomia de pesquisa pelos participantes do grupo, ao iniciarem a reflexão sobre problemas de pesquisa para serem resolvidos por eles próprios (originando os pré-projetos de pesquisa, envolvendo conceitos biológicos escolhidos pelos participantes do grupo).

De todos os textos estudados no GPEB, três deles (textos 03, 06 e 07), apresentavam características da pesquisa quantitativa, ou seja, textos que traziam conhecimentos biológicos mais específicos e tratavam diretamente das interações ecológicas interespecíficas. Esses textos foram escolhidos com o propósito de questionar os participantes do grupo quanto à concepção de interação biológica explorada pelos autores, se essa concepção estava elucidada ou não nesses textos e, ainda se tal concepção conseguia explicitar as interações biológicas neles estudadas.

## 5 DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS

Antes da descrição dos resultados dessa tese, relembra-se aqui o problema a ser investigado, ou seja, a maneira como os participantes do GPEB (re)construem o conceito de interação biológica, no sentido de desenvolverem uma maior amplitude conceitual do conhecimento biológico, bem como estruturarem narrativas biológica mais sistêmicas e integradas desse conhecimento.

Neste sentido, a estratégia utilizada por essa investigação foi propor estudos para que os participantes do grupo de pesquisas – GPEB, (re)construam o conceito de interação biológica, tendo o conceito de interação ecológica como foco das discussões promovidas no grupo. Os objetivos específicos foram: (i) analisar semioticamente as respostas dos graduandos quanto à percepção das interações ecológicas em um ambiente natural e à representação dessas interações fora do ambiente natural; (ii) avaliar os significados elaborados pelos acadêmicos quanto ao conceito estudado; (iii) propor interpretações epistemológicas as quais possam refletir positivamente na pesquisa e no ensino de Biologia.

Relembra-se ainda que os dados foram coletados em dois grupos: o grupo I, formado pelos acadêmicos do 1º e 4º anos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UNESP/Bauru/SP – período integral, e o grupo II, formado pelos participantes do GPEB.

O número entre parênteses que aparece antes da manifestação de cada sujeito dessa pesquisa os identifica. A notação estabelecida para essa identificação foi a seguinte: (i) para os acadêmicos do 1º ano: AI-1 a 24 (A: acadêmicos; I: 1º ano; 1 a 24: cada um dos acadêmicos); (ii) para os acadêmicos do 4º ano: AIV-1 a 14 (A: acadêmico; IV: 4º ano; 1 a 14: cada um dos acadêmicos); (iii) para os participantes do grupo de pesquisas: GP-1 a 10 (GP: grupo de pesquisa; 1 a 10: cada um dos participantes).

O diagrama geral dessa investigação (diagrama 1) ancorou a descrição e análise dos dados dessa pesquisa, isto é: as categorias de percepção, significação e ressignificação propostas no modelo de Caldeira (2005, p. 137). Ressalta-se também que essas categorias ocorrem sequencialmente na mente de quem interpreta, de modo abstrato. Dessa forma, faz-se importante não tomar essas categorias como etapas separadas. Entretanto, para fins didáticos, elas foram separadas com a finalidade de facilitar a descrição e análise dos dados aqui descritos.

As atividades realizadas para a coleta dos dados para essa tese são rerepresentadas no quadro 5 abaixo:

Quadro 5. Atividades desenvolvidas para a coleta de dados nos Grupos I e II.

| <b>COLETA DE DADOS</b>  |  |
|---|--|
| <b>Grupo I</b><br>(Acadêmicos do 1º e 4º anos de Ciências Biológicas)   | <b>Grupo II</b><br>(Participantes do Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia) |
| 1. Visita à trilha ecológica do Jardim Botânico de Bauru/SP<br>- Datas: 1º ano em 29/09/2011 e 4º ano em 12/09/2011 | 1. Visita à trilha ecológica do Jardim Botânico de Bauru/SP<br>- Data: 19/08/2011;   |
| 2. Aplicação dos questionários iniciais (Apêndices 1 e 2)<br>- Datas: 1º ano em 29/09/2011 e 4º ano em 12/09/2011   | 2. Aplicação dos questionários iniciais (Apêndices 1 e 2)<br>- Data: 19/08/2011      |
|   | 3. Discussões em grupo<br>- Período: 29/08 a 02/12/2011                              |
|   | 4. Aplicação do questionário final (Apêndice 3)<br>- Data: 02/12/2011                |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Considerando este plano de atividades, inicialmente serão apresentadas as manifestações das percepções iniciais dos sujeitos participantes dessa pesquisa (1º e 4º anos, respectivamente), quando esses visitaram o ambiente natural em questão e ainda, quando responderam à primeira questão do questionário inicial (APÊNDICE 1), sendo ela: “Descreva um exemplo de interação ecológica que você esteja observando nesse momento”.

Na sequência, serão consideradas as manifestações das representações desses sujeitos fora do ambiente natural, isto é, quando foram apresentadas a eles seis imagens de interações ecológicas e quando responderam às questões do questionário inicial (APÊNDICE 2). Cada uma das três questões que ancoraram a construção das categorias de percepção, significação e ressignificação dessas representações será explicitada em momento oportuno.

Após as manifestações desses estudantes acerca de suas percepções iniciais (visita ao ambiente natural) e de suas representações do conceito de interação ecológica/biológica fora do ambiente natural (por meio das respostas ao questionário), é indicado um quadro com a síntese de significação (CALDEIRA, 2005), para cada uma das categorias consideradas, ou seja, percepção, significação e ressignificação.

Para elucidar a síntese de significação apresentada, tanto das percepções desses estudantes durante a visita ao ambiente natural, como de suas representações fora do ambiente natural, Caldeira (2005, p. 148) coloca que:

Essas atividades estão relacionadas com um conjunto de domínios oriundos de diferentes linguagens e de habilidades cognitivas referentes aos fenômenos naturais enfocados. Na mente de cada estudante circulam signos calcados em suas vivências cotidianas, em seus círculos relacionais, e as expressas pela mídia e pela própria escola.

Essa autora ainda expõe que:

Entendendo pois, que o pensamento é constituído por uma mistura de signos, é preciso tentar enfrentar a tarefa de compreender como se dá a formação de conceitos a partir do conjunto sógnico que perpassa a mente dos estudantes. Assim, nessa fase, notamos que eles recorrem à associação de conteúdos que já compreendiam para responder às atividades. Buscaram no seu próprio repertório constituído pelo senso comum (nomes populares) ou na escola (conceitos estudados das interações ecológicas) as habilidades para identificar e relacionar os fenômenos enfocados (CALDEIRA, 2005, p. 148).

Nessa mesma perspectiva, por vezes ocorreu de uma mesma manifestação ser empregada mais de uma vez em categorias distintas, isto é, exemplificando mais de uma categoria. Isso evidencia a dinamicidade com que a mente percebe, significa e ressignifica os fenômenos que se fazem presentes na experiência cotidiana desses sujeitos com relação ao conceito estudado. O que será apresentado na análise a seguir.

#### 5.1. PERCEPÇÕES INICIAIS DOS ACADÊMICOS DO 1º ANO (GRUPO I) EXPRESSAS DURANTE A VISITA AO AMBIENTE NATURAL

As percepções iniciais dos sujeitos dessa pesquisa foram baseadas em suas manifestações durante a visita ao ambiente natural e também pelas respostas dadas à primeira pergunta do questionário inicial (APÊNDICE 1) aplicada ao final da trilha.

As percepções iniciais dos acadêmicos do 1º ano durante visita ao ambiente natural foram identificadas com base na observação do grupo como um todo, realizando anotações no caderno de campo. Em geral, foram expressas, principalmente, por meio da identificação de plantas (briófitas; árvores com e sem frutos; epífitas; orquídeas; bromélias; trepadeiras; copaíba) e animais (invertebrados; insetos em geral; borboletas; cigarras; aranhas; besouros; abelhas; formigas; saguis; pássaros), além da identificação de líquens, fungos, musgos. Esses resultados podem ser considerados satisfatórios quanto ao nível de percepção desses estudantes.

No quadro abaixo se apresenta a síntese de significação expressas pelos sujeitos do 1º ano durante visita a campo:

Quadro 6. Síntese de significação

| <b>Categorias de percepção expressas</b>                        | <b>Sujeitos respondentes – 1º ano (Grupo I)</b> |
|---|---|
| a) Identificação de plantas; animais; líquens, fungos e musgos; | Grupo de estudantes;                            |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Ao avaliar as manifestações dos estudantes do 1º ano, quando esses responderam a primeira questão do questionário inicial (APÊNDICE 1) - “Descreva um exemplo de interação ecológica que você esteja observando nesse momento” - foi possível construir duas categorias, a de significação e de ressignificação. Inicialmente são apresentadas as manifestações dos estudantes, mas já agrupadas nas categorias que são descritas logo em sequência.

a) (AI-2) *Interação entre trepadeiras, briófitas, casulos de animais, interagindo com as árvores, a interação de líquens, etc;* (AI-6) *Durante a visita de campo, pode ser observado alguns tipos de interações, como por exemplo a presença de macacos (saguís) em contato com as árvores;* (AI-8) *Existe várias interações ecológicas no ambiente natural visitado como fungos no tronco (...) interação entre as teias de aranha e os galhos, briófitas em troncos, líquens também;*(AI-12) *Os cactus crescendo próximo a copa das árvores. Plantas trepadeiras;* (AI-14) *Um exemplo de interação ecológica observado foi a dos pássaros nas árvores;* (AI-17) *Relação das árvores com trepadeiras, com bromélias, líquens;* (AI-18) *Há interações como borboletas, árvores, formigas, pássaros, cigarras, aranhas e vários tipos de árvores com frutos;* (AI-21) *Aranhas comendo insetos em suas teias, árvores e líquens, árvores e trepadeiras (bromélias).*

b) (AI-3) *Um exemplo de interação ecológica é a função que várias árvores exercem para outros organismos: abrigo para animais e plantas e fonte de nutrientes para plantas e fungos;* (AI-6) *Assim como borboletas voando pelas árvores e em alguns momentos pousadas em folhas ou flores, estando se alimentando ou não. Podemos citar também a presença de aranhas e suas teias fixadas nas árvores, pois ali é um local com grande presença de insetos, alimento para as aranhas;* AI-8 *galhos secos com plantas vivas aproveitando daquele local como moradia;* (AI-10) *Uma interação ecológica observada foi o compartilhamento do espaço entre duas espécies de plantas, para ter um melhor aproveitamento do sol. A orquídea fica na copa das árvores absorvendo uma intensidade maior de luz;* (AI-12) *Os invertebrados utilizando, principalmente, o amendoim do campo para realizar sua muda de exoesqueleto.* (AI-15) *Pode-se observar uma interação entre abelhas e árvore, as abelhas usam o tronco como moradia;* (AI-16) *No ambiente foi possível observar como várias árvores servem de abrigo para outras plantas, que acabam a utilizando*

*para chegarem ao topo próximo a claridade, assim como abrigos para animais, musgos etc ...; (AI-19) No Jardim Botânico as árvores servem de abrigo para vários animais, algumas espécies de plantas inclusive utilizam-se dos troncos dessas árvores maiores para poderem alcançar o topo com mais facilidade e como consequência, o sol; (AI-20) Pode-se observar interações ecológicas no caso de epífitas que se aproveitam das copas das árvores para uma melhor captação da luz solar; (AI-22) Interação entre as abelhas e as plantas, sendo que as abelhas pegam o pólen como alimento e em troca polinizam a planta, já que visitam várias por dia; (AI-23) Eu pude observar a interação que ocorre entre as epífitas e a ramificação de um tronco muito alto de uma árvore. Ela parou nesse lugar, para que pudesse obter maior intensidade de iluminação;*

*c) (AI-11) Acho que o melhor exemplo a ser citado é o fato de eu estar na trilha, interagindo com a natureza e de tudo que faz parte dela, os animais, as plantas; (AI-13) Uma interação ecológica observada foi a da mata e seus habitantes; é de extrema importância que ambos estejam em um convívio equilibrado para o bem do sistema ecológico;*

As categorias foram elaboradas a partir de como os estudantes apresentaram as interações biológicas percebidas, sendo caracterizadas da seguinte forma:

- a) Apenas identificando as interações ecológicas;
- b) Estabelecendo relações para explicar as interações ecológicas;
- c) Emitindo opiniões pessoais sobre as interações ecológicas;

O quadro 7 apresenta a síntese de significações das categorias de significação expressas por esses sujeitos durante visita a campo:

Quadro 7. Síntese de significação.

| <i>Categorias de significação expressas</i>                           | <i>Sujeitos respondentes – 1º ano (Grupo I)</i>                           |
|---|---|
| a) Apenas identificação das interações ecológicas                     | AI-2; AI-6; AI-8; AI-12; AI-14; AI-17; AI-18; AI-21;                      |
| b) Estabelecimento de relações para explicar as interações ecológicas | AI-3; AI-6; AI-8; AI-10; AI-12; AI-15; AI-16; AI-19; AI-20; AI-22; AI-23; |
| c) Emissão de opiniões pessoais sobre as interações ecológicas        | AI-11; AI-13;   |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Analisando o quadro 7, avalia-se que a maioria dos estudantes do 1º ano significou suas percepções iniciais por meio do estabelecimento de relações entre as interações ecológicas observadas e os hábitos de vida dos seres vivos envolvidos nessas interações. Outros acadêmicos, apenas identificam as interações ecológicas percebidas no ambiente. Dois desses estudantes manifestaram significações ao emitirem opiniões pessoais sobre as interações ecológicas observadas no ambiente natural.

Os estudantes AI-6, AI-8 e AI-12, apresentaram duas categorias (a; b). Isso pode estar relacionado ao domínio de conhecimento acerca da interação ecológica identificada, ou seja, quando esses estudantes possuíam um pouco mais de conhecimento sobre a interação citada, procuravam explicá-la, quando não, apenas a citavam.

Considerando que o processo de percepção, significação e ressignificação ocorre de forma dinâmica na mente desses sujeitos, a partir da mesma questão 1 do questionário inicial, também foi possível perceber o processo de ressignificação nas manifestações de alguns estudantes, os quais realizam conceitualizações. Sendo assim, as manifestações de ressignificação expressas pelos acadêmicos do 1º ano são trazidas abaixo. Cabe destacar que não foi em todas as respostas que a ressignificação foi identificada.

- a) (AI-1) *Interações de mutualismo entre galhos de plantas e líquens, e troncos de árvores e briófitas. Embora não saiba qual o nome específico da interação, pude observar interações entre galhos secos e plantas com vida. Também aranhas que fazem suas teias nas plantas, “mudas” das cigarras presas nas árvores; (AI-4) Observei muitas plantas que crescem sobre os troncos das árvores, plantas epífitas. Outra relação ecológica observada foi o mutualismo dos líquens formados por fungos e algas que ficam no tronco das árvores; (AI-5) Observo em um tronco de árvore a relação entre algas e fungos que juntos tornam-se líquens, denominada de mutualismo. Pode-se lembrar também que esta, vive apenas em locais pouco poluídos; (AI-7) Interação de epífitismo: orquídeas presas nos altos das árvores para captura da luz solar. Mimetismo: besouros com a mesma cor do tronco da árvore, para captura de alimentos ou se esconder de predadores. E toda a mata com seus habitantes; (AI-9) Para realizar a eclise, as cigarras se camuflam nas árvores para se disfarçar de predadores. Vi vários casos de inquilinismo em árvores, onde a árvore maior serve de suporte para a árvore menor; (AI-24) Interação entre o galho seco de copaíba e uma planta que utiliza o galho apenas pelo ambiente, mas não se aproveita do próprio galho (Inquilinismo). Mutualismo – entre troncos de árvores e líquens, musgos e fungos;*

O quadro 8 apresenta a síntese de significações das categorias de ressignificação expressas por esses sujeitos durante visita a campo:

Quadro 8. Síntese de significação.

| <i>Categorias de ressignificação expressas</i>                             | <i>Sujeitos respondentes – 1º ano (Grupo I)</i> |
|--|---|
| a) Conceitualização das interações observadas no ambiente natural visitado | AI-1; AI-4; AI-5; AI-7; AI-9; AI-24;            |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Como pode ser observado no quadro 8, dos vinte e quatro acadêmicos do 1º ano, apenas seis (AI-1; AI-4; AI-5; AI-7; AI-9; AI-24) manifestaram conceitualização das interações ecológicas observadas com base na visita ao ambiente natural, ou seja, expressaram compreensão conceitual das interações ecológicas, como por exemplo: mutualismo; epifitismo e mimetismo.

No quadro 9 são apresentadas as sínteses das principais ideias manifestadas pelos estudantes do 1º ano acerca de suas percepções iniciais com base na visita a campo, considerando as categorias de percepção, significação e ressignificação:

Quadro 9. Síntese das principais ideias expressas

|                        | <b>Sínteses expressas obtidas da visita a campo</b>  |
|------------------------|--|
| <b>Percepção</b>       | Expressaram percepções por meio da identificação de plantas e animais, além de líquens, fungos e musgos;   |
| <b>Significação</b>    | Estabeleceram relações acerca das interações observadas e o modo de vida dos seres vivos nelas envolvidos; |
| <b>Ressignificação</b> | Não expressaram conceitualização acerca das interações ecológicas observadas no ambiente visitado;         |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Mediante a análise de suas manifestações foi possível inferir que os estudantes do 1º ano expressaram perceber o ambiente natural visitado com base na identificação de várias espécies de plantas, uma grande variedade de animais, além de fungos, musgos e das associações entre algas e fungos (líquens) observados nesse ambiente.

Além disso, as significações desses estudantes quanto às interações ecológicas percebidas no ambiente natural visitado foram expressas por meio do estabelecimento de relações entre os seres vivos participantes das interações por eles identificadas.

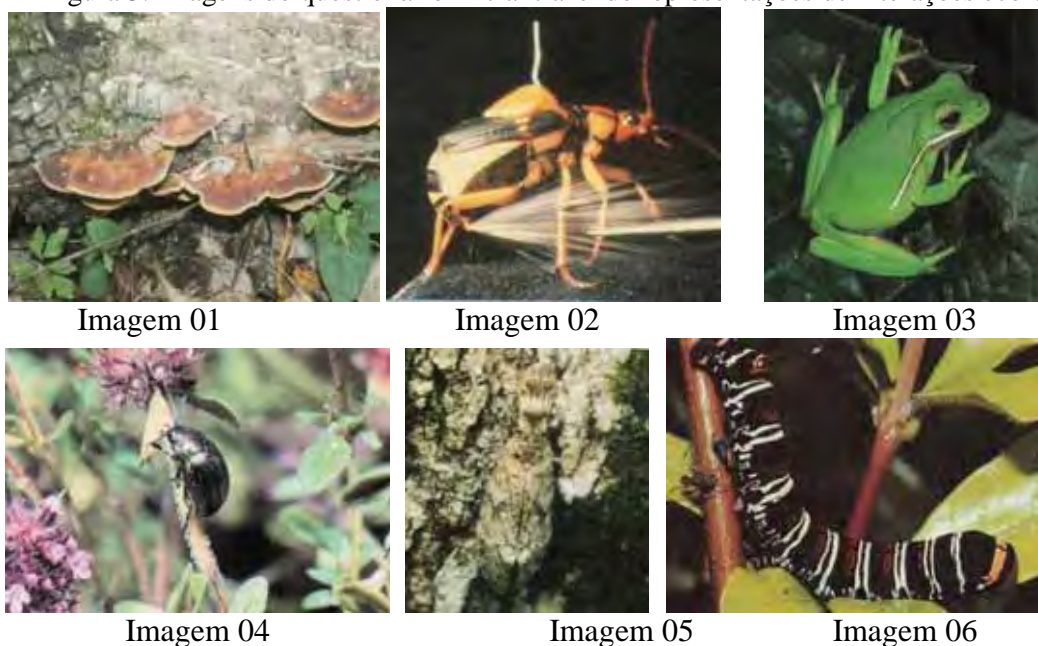
No nível de ressignificação, ou seja, de conceitualização das interações ecológicas por parte desses estudantes, pode-se inferir que a maioria não expressou compreensão dessas

interações. Porém, alguns estudantes conceituaram as interações ecológicas observadas como o mutualismo, o mimetismo e o epifitismo.

### 5.1.1 Representações do Conceito de Interação Biológica pelos Acadêmicos do 1º ano (Grupo I) Obtida fora do Ambiente Natural

A seguir são apresentadas as descrições dos resultados com base nas manifestações dos acadêmicos do 1º ano acerca do conceito de interação biológica quando a eles foram apresentados às imagens (1 a 6, figura 3) presentes no questionário inicial e quando responderam à seguinte questão: “Existem aspectos comuns entre essas imagens? Sim ( ) Não ( ). Justifique” (APÊNDICE 2).

Figura 3. Imagens do questionário inicial trazendo representações de interações ecológicas



Fonte: Livro “A Economia da Natureza” de Robert E. Ricklefs. Editora Guanabara Koogan, 5 ed., 2003.

Segue abaixo as percepções expressas por esses estudantes já agrupadas pelas categorias que serão posteriormente apresentadas:

a) (AI-1) *Todas as imagens apresentam uma interação ou dependência entre animais e plantas;* (AI-2) *Todos estão interagindo com o meio, e depende dessa interação para a sobrevivência, de alguma maneira;* Há em alguns deles interação dos seres vivos com o meio, em algum caso o meio é a vegetação; (AI-5) *Ambas estão*

*interagindo de algum modo com a natureza; (AI-6) Na imagem, podemos observar a interação de alguns seres vivos com a natureza. Essa interação está representada em todas as imagens. Diferentes tipos de seres vivos, interagindo com diferentes tipos de lugares naturais; (AI-7) Cada imagem mostra uma interação, de um animal ou de uma planta, com um ambiente ou com outro animal ou planta; (AI-10) Em todas as imagens está ocorrendo uma interação; (AI-11) As imagens são representações das interações dos seres vivos com a natureza, no caso, representando as interações de animais e plantas; (AI-12) A interação com o meio em que vivem; (AI-15) Em todas as imagens aparecem interações entre animais e o meio ambiente; (AI-16) Existem aspectos comuns, pois as imagens representam interações biológicas, ou seja, as interações entre os animais e o meio em que eles estão inseridos; (AI-17) Pois há interação, em todos, com o meio; (AI-18) Todos esses animais estão interagindo com a natureza; (AI-19) As imagens focalizam cada qual a interação dos animais com seu ambiente, focalizando o lugar com que eles estão andando; (AI-22) Cada uma representa um ser vivo se relacionando com outro; (AI-23) Elas (as imagens) estão mostrando as interações biológicas presentes em diversos meios diferentes entre si; (AI-24) De forma geral, todos dependem do meio ambiente para sobreviver e se interagem com ele (...);*

- b) (AI-4) Seres vivos vivendo sobre outros; (AI-8) Todas as espécies compartilham o mesmo ambiente; (AI-9) Todas [as imagens] são a respeito de animais na natureza e todas elas possuem algum tipo de vegetal; (AI-13) Todos os animais em questão estão em seu habitat natural; (AI-14) O aspecto comum entre essas imagens pode ser os ambientes em que vivem; (AI-20) Todas [as imagens] representam seres vivos, tanto animais quanto “plantas” e fungos;*

Levando em consideração o que os estudantes perceberam nas imagens e expressaram em suas respostas foram constituídas as seguintes categorias:

- a) Identificação das interações: os estudantes enfatizaram as interações genéricas do ser vivo com o ambiente, ou ainda, as interações genéricas de um ser vivo com outro ser vivo;

- b) Não identificação das interações: os estudantes focaram apenas nos elementos que compunham as imagens, e não se atentaram em perceber a interação representada pela imagem.

Assim, o quadro 10 traz a síntese de significação das categorias de percepção expressas pelos estudantes do 1º ano, fora do ambiente natural:

Quadro 10. Síntese de significação.

| <i>Categorias de percepção expressas</i> | <i>Sujeitos respondentes – 1º ano (Grupo I)</i>  |
|--|--|
| a) Identificação das interações          | AI-1; AI-2; AI-5; AI-6; AI-7; AI-10; AI-11; AI-12; AI-15; AI-16; AI-17; AI-18; AI-19; AI-22; AI-23; AI-24; |
| b) Não identificação das interações      | AI-4; AI-8; AI-9; AI-13; AI-14; AI-20;   |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Analisando o quadro anterior nota-se que a maioria dos acadêmicos do 1º ano expressou suas percepções das interações ecológicas, reconhecendo nas imagens representadas as interações (entre os seres vivos e o ambiente e entre ser vivo e ser vivo). Alguns estudantes não identificaram nessas imagens as interações (pois focaram apenas nos elementos das imagens, sem perceber as interações que elas representavam).

Em continuação na análise deste questionário, as categorias de significação foram reveladas pelos acadêmicos do 1º ano quando eles responderam ao seguinte questionamento: “Descreva o(s) tipo(s) de interação(ões) observada(s) em cada imagem que você selecionou”.

Seguem abaixo suas manifestações:

- a) (AI-1) Na imagem 01 há interação entre um fungo e um tronco de árvore, na qual o fungo se aproveita dos nutrientes da planta. Na imagem 04, um inseto se alimentando de uma planta, na imagem 06, uma lagarta se desenvolverá em borboleta/mariposa fazendo um casulo em uma planta; (AI-7) Imagem 04 → Um besouro em uma flor para se alimentar ou para fazer sua muda. Imagem 06 → Uma lagarta numa flor para se alimentar ou para fazer o casulo; (AI-8) Na imagem 01 o cogumelo e o tronco se ajudam (moradia-nutrientes) juntamente com os fungos; (AI-9) Na imagem 5, há algo usando o ambiente para se esconder; (AI-

10) Na imagem 02 o inseto está usando a sua defesa para tentar se livrar de um predador, ou esteja caçando alimento. Imagem 04 o inseto está se alimentando, ou pegando o pólen da flor; (AI-13) Na imagem 01, há uma interação entre a árvore e os cogumelos, onde o mesmo necessita da árvore para o seu desenvolvimento. (AI-14) Por exemplo, na imagem 1 o cogumelo depende daquele tipo de solo/rocha para se desenvolver. Já na imagem 4 e 6, o besouro e a lagarta se alimentam daquele tipo de planta, necessário para sua sobrevivência; (AI-16) [Imagem] 04 interação entre o inseto e a busca de alimento assim como a 06; (AI-19) A polinização na imagem 4 . E na imagem 1, onde o fungo utiliza-se da árvore para seu desenvolvimento. E também a imagem 5 onde o bicho-pau utiliza-se do tronco para se camuflar e se proteger contra predadores; (AI-20) Na primeira (Imagem) vemos a interação entre o fungo orelha de pau e um tronco já deteriorado que serve como substrato. Na 5 a interação entre o ambiente e o animal, que se aproveita do tronco para se camuflar. 6 no caso da lagarta e a planta que provavelmente é seu alimento; (AI-21) Imagem IV → Algum inseto usando uma planta para alimentação. Imagem V → Um inseto se camuflando em um tronco de árvore. Imagem VI → Uma lagarta usando as folhas para alimentação ou moradia; (AI-22) Nas imagens 04 e 06 temos interação de insetos se alimentando da planta e em troca eles polinizam outras pelas quais eles passam. Nas imagens 3, 5 e 1 tanto a árvore quanto a folha não recebem benefício algum, enquanto o inseto e o sapo ganham proteção em forma de camuflagem e o fungo ganha alimento e moradia. Na imagem 2 o substrato serve como moradia para o inseto; (AI-23) [imagem] 04 Pulgão se alimentando da seiva de uma planta; (AI-24) Na imagem 01, ocorre interação entre o tronco da árvore que serve de suporte e de alimento, algumas vezes, e os musgos (em verde na imagem) e também alguns cogumelos;

A categoria para a significação dos estudantes do 1º ano fora do ambiente natural foi elaborada com base em como eles confrontaram as imagens apresentadas com seus conhecimentos prévios acerca das interações ecológicas, tentando estabelecer relações entre o que viam e o que pensavam saber acerca dessas interações. Houve apenas uma categoria, pois os outros estudantes ou somente identificaram essas interações ou ressignificaram-as de maneira direta. A categoria foi caracterizada da seguinte forma:

a) Estabelecimento de relações entre as imagens representadas e as interações ecológicas conhecidas;

O quadro 11 mostra a síntese de significação da categoria de significação construída a partir das expressões dos sujeitos do 1º ano.

Quadro 11. Síntese de significação.

| <i>Categorias de significação expressas</i>   | <i>Sujeitos respondentes – 1º ano (Grupo I)</i>   |
|---|---|
| a) Estabelecimento de relações entre as imagens representadas e as interações ecológicas conhecidas | AI-1; AI-7; AI-8; AI-9; AI-10; AI-13; AI-14; AI-16; AI-19; AI-20; AI-21; AI-22; AI-23; AI-24; |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

A maioria desses estudantes expressou significações por meio do estabelecimento de relações entre as imagens representadas e as concepções que eles traziam acerca das interações ecológicas estudadas.

Já as categorias de ressignificação foram expressas pelos acadêmicos do 1º ano quando eles responderam à seguinte questão: “Como você construiria uma definição de interação biológica”.

Assim, seguem abaixo essas expressões:

- a) (AI-1) *Relações entre seres vivos essenciais para manutenção da vida das espécies;*  
 (AI-2) *Interação biológica é quando um indivíduo interage com outro de outra espécie, podendo ser de várias maneiras interações onde um indivíduo necessita do outro, onde ambos tiram proveito da interação, onde somente um tira proveito, todos os indivíduos interagem com outro de alguma maneira;* (AI-3) *É toda relação existente entre indivíduos vivos que podem favorecer ou não cada um deles;* (AI-4) *Os indivíduos interagem entre si e com o meio ambiente, para sobreviverem;* (AI-6) *Eu definiria interação biológica o fato de diferentes tipos ou espécies de seres vivos se relacionarem com diferentes meios naturais, independente do objetivo, alimentação, proteção, moradia, etc.;* (AI-7) *Um animal que interagem com seu ambiente, com seu devido ambiente para um bom próprio desenvolvimento;* (AI-8) *É a maneira do animal, planta, se relacionar no ambiente em que vive;* (AI-9) *Interação biológica pode ser definido como a relação entre espécies diferentes podendo ser positiva ou*

*negativa; (AI-10) Interação biológica é o “convívio”, “contato” entre dois seres ou mais, sendo bom ou ruim. Em todas as áreas biológicas ocorrem as interações. Pois como o nome já diz biologia, o estudo da vida, e para ocorrer a vida é necessário a interação, em todos os níveis biológicos; (AI-11) Interação é ter contato, é estabelecer reciprocidade ou até dependência; (AI-12) Relacionamento de diferentes organismos vivos no mesmo meio; (AI-14) Interação biológica é dependência do ser vivo com o meio ambiente; (AI-15) Interação biológica é a base da biologia, sem ela não teria sentido estudar os seres vivos. A interação entre eles e o meio ambiente define as características desses seres vivos; (AI-16) Acredito que a interação biológica é toda a interação de um indivíduo no meio em que ele está inserido e entre todos os indivíduos deste meio; (AI-17) Onde um ser vivo depende do outro, ou se une a outro, para se manter vivo ou tirar algum benefício; (AI-18) Interações biológicas seria a vivência conjunta de várias espécies em um ambiente, e essa interação é importante para o desenvolvimento das espécies; (AI-19) Interação biológica define o comportamento de cada espécie dentro do sistema como um todo. Entendendo a relação sistema-espécie define-se como vivem cada grupo de animais ou cada animal individualmente; (AI-20) Definiria como a idéia da interação entre seres vivos e plantas em cada ecossistema, como eles interagem com o meio em que vivem e os graus de dependência que possuem para com seu habitat; (AI-21) Dois ou mais indivíduos biológicos em envolvimento, com conseqüências para esses indivíduos e para o meio ambiente; (AI-22) É a relação não só de um indivíduo com seu ambiente, mas também da relação de seu sistema fisiológico; (AI-23) Interação biológica pode ser definida como: a interação de um ser biótico com abiótico, ou, biótico com outro ser biótico, sendo objetivo, geralmente ter uma relação positiva ou negativa com estes fatores envolvidos na natureza; (AI-24) Interação biológica seria a dependência entre natureza – seres vivos e entre os seres também, envolvendo interesses e necessidades individuais ou de cada espécie, para tornar possível a convivência na natureza;*

*b) (AI-5) É qualquer reação que envolve qualquer forma de vida; (AI-13) Interação biológica → como e porque os organismos estão interligados;*

Com base nas respostas acima manifestadas pelos estudantes do 1º ano, foram construídas as seguintes categorias de ressignificação:

- a) Concepção de interação biológica restrita ao âmbito ecológico: os estudantes, ao expressarem sua concepção de interação biológica, a fizeram restrita ao âmbito ecológico, e ainda associam essas interações a ideia de relação, contato ou dependência (entre seres vivos; de seres vivos com o meio ambiente). Além disso, relacionam essa dependência com “consequências” ou “benefícios” para o ser vivo envolvido;
- b) Não compreensão de interação biológica: expressaram uma concepção de interação biológica demasiadamente ampla, e assim, se perderam nessa concepção;

Abaixo, segue o quadro 12 que apresenta a síntese de significação das categorias de ressignificações manifestas pelos acadêmicos do 1º ano, fora do ambiente natural:

Quadro 12. Síntese de significação.

| <i>Categorias de ressignificação expressas</i>                                   | <i>Sujeitos respondentes – 1º ano (Grupo I)</i>   |
|--|---|
| a) Concepção de interação biológica restrita ao ambiente externo dos seres vivos | AI-1; AI-2; AI-3; AI-4; AI-6; AI-7; AI-8; AI-9; AI-10; AI-11; AI-12; AI-14; AI-15; AI-16; AI-17; AI-18; AI-19; AI-20; AI-21; AI-22; AI-23; AI-24; |
| b) Não compreensão de interação biológica  | AI-5; AI-13;  |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

A ressignificação desses estudantes sobre as interações biológicas fora do ambiente natural mostraram que a maioria deles compreende as interações biológicas restritas ao ambiente externo dos organismos. Poucos acadêmicos expressaram não compreender o conceito de interação biológica, por possuírem uma conceituação imprecisa (muito ampla) desse conceito.

O quadro 13 apresentado na sequência traz uma síntese das principais ideias manifestadas pelos estudantes do 1º ano as quais constituíram as categorias de percepção, significação e ressignificação:

Quadro 13. Síntese das expressões.

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Categorias</b>      | <b>Sínteses expressas baseadas nas imagens representativas das interações ecológicas</b>   |
| <b>Percepção</b>       | Perceberam nas imagens representadas as interações ecológicas;                             |
| <b>Significação</b>    | Estabeleceram relações entre as imagens apresentadas e as interações ecológicas estudadas; |
| <b>Ressignificação</b> | Conceituaram interação biológica circunscrito ao ambiente externo do organismo;            |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato. 2012.

O quadro 13 permite elucidar que os acadêmicos do 1º ano perceberam nas imagens apresentadas as interações ecológicas. Além disso, no nível de significação, estabeleceram relações entre essas imagens e as interações ecológicas estudadas por eles no Ensino Médio. Quanto ao nível de resignificação, esses estudantes restringiram o conceito de interação biológica ao ambiente externo do organismo, e não associaram o conceito de interação biológica a outras interações que ocorrem em outras áreas da Biologia (como por exemplo: a Bioquímica, a Genética, a Biologia Molecular, a Biologia Evolutiva, a Citologia, a Fisiologia, a Embriologia, entre outras).

## 5.2 PERCEPÇÕES INICIAIS DOS ACADÊMICOS DO 4º ANO (GRUPO I) EXPRESSAS DURANTE A VISITA AO AMBIENTE NATURAL

As percepções iniciais dos acadêmicos do 4º ano foram expressas durante a visita ao ambiente natural e ainda, por meio de suas manifestações à primeira questão do questionário inicial (APÊNDICE 1). Estas foram expressas principalmente por meio de frases exclamativas do tipo: *Ah! tem mosquito; Olha! Trepadeira é uma interação*, e também de frases interrogativas: *Bracchiaria é invasora, é que tipo de interação?* Esses estudantes também manifestaram percepção, relacionando o fato de estarem ali com experiências pessoais, como: *Nós estamos em interação ecológica.*

Dessa forma, o quadro 14 a seguir apresenta a síntese de significação da categoria de percepção expressa pelos acadêmicos do 4º ano durante visita ao ambiente natural:

Quadro 14. Síntese de significação.

| <b>Categoria de percepção expressa</b>             | <b>Sujeitos respondentes – 4º ano (Grupo I)</b> |
|--|---|
| a) Emissão de frases exclamativas e interrogativas | Grupo de estudantes                             |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

A forma de expressão das percepções dos acadêmicos do 4º ano expressaram suas percepções durante a visita ao ambiente natural é interessante, pois evidencia que esses estudantes estavam atentos ao ambiente visitado .

Com base na análise das manifestações dos estudantes do 4º ano, quando responderam à questão: “Descreva um exemplo de interação ecológica que você esteja observando nesse momento”, identificou-se uma manifestação que contempla a categoria de significação.

Segue abaixo essa manifestação:

*a) (AIV-8) Interação entre a árvore e um líquen, onde a árvore dá suporte para o líquen sem ser prejudicada. Por outro lado, o próprio líquen é uma interação entre um fungo e uma alga, benéfica para ambos.*

Essa categoria de significação foi elaborada com base no confronto/enfrentamento do estudante com a interação percebida, ou seja: ele busca o estabelecimento de relações entre a interação que ele percebeu no ambiente e os conhecimentos que ele traz acerca dessa interação. Dessa forma, o quadro 15 apresenta a síntese de significação da categoria de significação expressa por um único acadêmico do 4º ano durante visita ao ambiente natural:

Quadro 15. Síntese de significação.

| <i>Categoria de significação expressa</i>                                 | <i>Sujeitos respondentes – 4º ano (Grupo I)</i> |
|---|---|
| a) Estabelecimento de relações entre os seres vivos presentes no ambiente | AIV-8;  |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Assim, no nível de significação, apenas um acadêmico manifestou o estabelecimento de relações entre os organismos observados no ambiente visitado.

Analisando essa mesma questão foi identificada, também, a categoria de ressignificação nas manifestações dos acadêmicos do 4º ano durante a visita ao ambiente natural.

Segue as manifestações das categorias de ressignificação:

*a) (AIV-1) Mutualismo, associação entre algas e fungos. A alga dá H<sub>2</sub>O para o fungo e o fungo compartilha alimento para a alga; (AIV-2) Epifitismo → relação de um bromélia e uma árvore. Mutualismo → bastante observado*

na trilha entre alga e fungo; (AIV-3) *Mutualismo* → líquens (algas e fungos, um precisa do outro). *Epifitismo* → epífitas sob as árvores em busca de luz. *Comensalismo* → musgos sob as árvores; (AIV-4) Os líquens representam uma interação ecológica harmônica, o mutualismo consiste da associação entre um fungo e uma alga, onde ambos se beneficiam e são incapazes de sobreviver separadamente; (AIV-5) *Mutualismo, competição e cooperação*; (AIV-6) *Mutualismo* – encontrado nos líquens que estavam nos troncos das árvores. *Inquilinismo* – plantas trepadeiras que utilizam como suporte outras plantas; (AIV-7) *Observei várias interações ecológicas, principalmente entre as plantas. Dentre elas as harmônicas e as desarmônicas interespecíficas, como por exemplo, a associação entre fungo e alga terrestre, constituindo os líquens. Observei também a coexistência de espécies diferentes que desempenham nichos diferentes ou semelhantes dentro do mesmo ambiente. Observei simbioses, parasitismos, mutualismos*; (AIV-9) *Eu observei um comensalismo entre duas plantas, sendo que uma utiliza a outra como sustentação, não a prejudicando nem beneficiando*; (AIV-10) *O mutualismo é uma interação benéfica, na qual ambos são beneficiados. Um exemplo observado na trilha foi dos líquens. Nesta interação, tanto alga quanto o fungo se beneficiam. Outro tipo de interação que foi observada foi a de epifitismo, na qual bromélias utilizam uma outra planta para se fixarem, sem lhes causar prejuízo*; (AIV-11) *Epifitismo* – uma planta se aloja no tronco de uma árvore para se alimentar e sobreviver, não prejudicando a árvore que está sendo utilizada como hospedeira; (AIV-12) *Mutualismo: relação harmônica na qual ambas as espécies envolvidas se beneficiam. Exemplo: líquens*; (AIV-13) *Mutualismo: presente nos líquens que são uma associação entre algas e fungos na qual um deles não vive sem o outro, é uma relação harmônica na qual os dois indivíduos são beneficiados reciprocamente. Os líquens estão presentes em vários troncos de árvores ao longo da trilha*; (AIV-14) *Mutualismo* – líquens; Trepadeiras.

A categoria de ressignificação foi elaborada com base na conceitualização desses estudantes acerca das interações ecológicas, ou seja: quando esses estudantes atribuem um conceito a cada uma das interações ecológicas identificadas por eles.

Assim, o quadro 16 apresenta a síntese de significação da categoria de ressignificação expressas pelos sujeitos do 4º ano durante a visita ao ambiente natural:

Quadro 16. Síntese de significação.

| <i>Categoria de ressignificação expressa</i>   | <i>Sujeitos respondentes – 4º ano (Grupo I)</i>  |
|--|--|
| a) Conceitualizaram o tipo de interação biológica observada no ambiente natural visitado | AIV-1; AIV-2; AIV-3; AIV-4; AIV-5; AIV-6; AIV-7; AIV-9; AIV-10; AIV-11; AIV-12; AIV-13; AIV-14 |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Pela análise do quadro 16 é possível constatar que a maioria desses estudantes ressignificaram as interações ecológicas percebidas no ambiente natural por meio da conceitualização dessas interações. Dessa forma, pode-se inferir que eles expressaram prontamente a compreensão das interações ecológicas percebidas no ambiente, por meio de suas denominações já bem conhecidas, ou seja: mimetismo; epifitismo; mutualismo; inquilinismo; comensalismo e parasitismo.

Além disso, esses estudantes relacionaram essas interações com algum benefício ou falta de benefício para as espécies envolvidas nessas interações, isto é: relação “harmônica”; “desarmônica”; “benéfica”; “prejudicial”.

Segue o quadro 17, síntese das expressões das percepções iniciais dos acadêmicos do 4º ano, durante visita ao ambiente natural, baseadas nas categorias de percepção, significação e ressignificação:

Quadro 17. Síntese das expressões.

| <b>Categorias</b>      | <b>Sínteses expressas baseadas na visita a campo</b>  |
|------------------------|---|
| <b>Percepção</b>       | Expressaram percepções por meio da emissão de frases exclamativas e interrogativas.   |
| <b>Significação</b>    | Não estabeleceram relações acerca das interações ecológicas percebidas (ou seja, ressignificaram diretamente essas interações).   |
| <b>Ressignificação</b> | Conceitualizaram prontamente as interações ecológicas percebidas no ambiente natural (além de atribuir à essas interações classificações de benefício ou não às espécies envolvidas). |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Por meio da análise do quadro síntese apresentado acima, pode-se ressaltar que os acadêmicos do 4º ano expressaram perceber o ambiente natural visitado por meio da emissão de frases exclamativas e interrogativas. Além disso, a maioria desses estudantes expressou

não significar as interações ecológicas percebidas no ambiente natural visitado, passando a ressignificá-las de forma direta.

Assim, pode-se inferir que os acadêmicos do último ano do curso de Ciências Biológicas, por já terem estudado esse conteúdo na disciplina de Ecologia, manifestam compreender conceitualmente essas interações (eles perceberam essas interações e passaram automaticamente a conceitualizá-las sem, no entanto, significá-las).

Parece que o fato de esses acadêmicos prontamente ressignificarem as interações ecológicas observadas no ambiente natural, apontam para o fato de eles estarem muito mais preocupados em adquirir domínio teórico do corpo de conhecimentos da Biologia, ou seja, estarem mais atraídos pelos conceitos biológicos e suas relações, isto de acordo com Caldeira (2005), do que inquietados em como ensinar esses conteúdos, por exemplo.

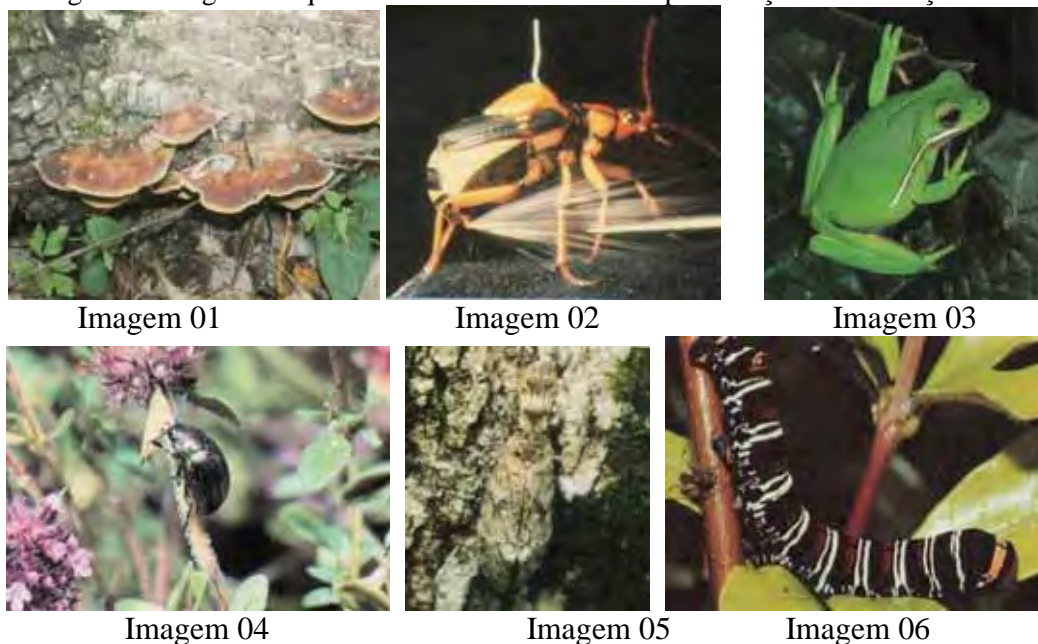
### **5.2.1 Representação do Conceito de Interação Biológica dos Acadêmicos do 4º ano (Grupo I) obtida por meio do Questionário**

Com base nas manifestações dos acadêmicos do 4º ano acerca do conceito de interação fora do ambiente natural, ou seja, quando a eles foram apresentadas as imagens representativas de algumas interações ecológicas e, em seguida, responderam às questões presentes no questionário inicial (APÊNDICE 2), descreve-se os resultados obtidos para esses sujeitos de pesquisa.

As seis imagens representativas das interações ecológicas apresentadas a esses estudantes por meio do referido questionário, são aqui ilustradas a seguir.

As categorias de percepção expressas por esses acadêmicos com base nas imagens (1 a 6 – figura 4), foram categorizadas baseadas nas respostas desses estudantes à seguinte questão do questionário inicial/Apêndice 2: “Existem aspectos comuns entre essas imagens? Sim ( ) Não ( ). Justifique”

Figura 4. Imagens do questionário inicial trazendo representações de interações ecológicas



Fonte: Livro "A Economia da Natureza" de Robert E. Ricklefs. Editora Guanabara Koogan, 5 ed., 2003.

Segue abaixo as manifestações desses sujeitos:

- a)            (AIV-2) *Em todas as imagens podemos observar uma interação entre os seres vivos; (AIV-3) Em todas as imagens existe alguma relação de interação; (AIV-5) Todas representam interações entre seres na natureza; (AIV-12) As imagens mostram interações entre espécies diferentes além de adaptações das mesmas no ambiente; (AIV-14) Algumas dessas imagens apresentam interação, enquanto que outras não;*
- b)            (AIV-1) *Todos os organismos estão representados em seu habitat natural; (AIV-4) Todas as imagens representam alguma estratégia de sobrevivência do organismo no meio; (AIV-7) Em todas elas pode-se perceber a representação do habitat natural de cada espécie ou ser vivo; (AIV-8) Retratam o ambiente natural em diversas formas; (AIV-9) Todas estão inseridas no meio ambiente; (AIV-10) Todas [as imagens] demonstram formas de vida; (AIV-13) Todos os seres vivos estão em meio a natureza em seu habitat real;*

Com base naquilo que os acadêmicos do 4º ano manifestaram perceber nas imagens, foram elencadas as seguintes categorias:

- a) Identificaram as interações ecológicas: esses estudantes associaram as imagens representadas com as interações entre os seres vivos e ainda, com a adaptação das espécies ao ambiente;
- b) Não identificaram as interações ecológicas: esses estudantes perceberam as imagens representadas como: organismos em seu ambiente natural; estratégias de sobrevivência do organismo no meio ambiente e ainda, as imagens representando formas de vida. Parece que esses estudantes enfatizaram demasiadamente os elementos presentes nas imagens (ao invés de prestarem atenção à interação ali representada).

Dessa forma, o quadro 18 elucida a síntese de significação das categorias de percepção manifestadas pelos estudantes do 4º ano fora do ambiente natural:

Quadro 18. Síntese de significação.

| <i>Categorias de percepção expressas</i>       | <i>Sujeitos respondentes – 4º ano (Grupo I)</i>       |
|--|---|
| a) Identificação das interações ecológicas     | AIV-2; AIV-3; AIV-5; AIV-12; AIV-14;                  |
| b) Não identificação das interações ecológicas | AIV-1; AIV-4; AIV-7; AIV-8; AIV-9;<br>AIV-10; AIV-13; |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Analisando as categorias do quadro 18, observa-se que a maioria desses acadêmicos não expressou perceber as interações ecológicas por meio da representação dessas imagens. Entretanto, alguns estudantes expressaram perceber as interações ecológicas representadas nas imagens, por meio da identificação dessas interações.

A significação desses estudantes foi manifestada quando eles responderam à seguinte questão do questionário inicial: “Descreva o(s) tipo(s) de interação(ões) observada(s) em cada imagem que você selecionou”.

Encontram-se abaixo as manifestações desses estudantes:

- a) (AIV-2) *Imagem 2 uma relação de defesa em relação ao predador, imagem 3 sapo em um meio onde ele não pode ser visto com muita facilidade, imagem 4 inseto pode estar como um agente polinizador; (AIV-8) 01 → fungo se apoia no tronco de uma árvore, 02 → um inseto se defendendo de um predador, 04 → um inseto de alimentando (e provavelmente polinizando) uma planta, 06 → uma lagarta se*

*alimentando de uma planta; (AIV-14) Defesa contra predadores, camuflagem, polinização, cooperação;*

A categoria de significação expressa no quadro 19 foi elencada com base no confronto dos estudantes do 4º ano com as imagens representativas dessas interações ecológicas, ou seja:

a) o estabelecimento das relações entre as imagens representadas e as interações ecológicas conhecidas por esses estudantes. Entretanto, nota-se que a maioria deles reassignificam de maneira direta essas interações, classificando as interações representadas como, por exemplo: predação, herbivoria, camuflagem, entre outras.

Quadro 19. Síntese de significação.

| <i>Categoria de significação expressa</i>  | <i>Sujeitos respondentes – 4º ano (Grupo I)</i> |
|--|---|
| a) Estabelecimento de relações entre as imagens representadas e as interações ecológicas estudadas | AIV-2; AIV-8; AIV-14;                           |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Analisando o quadro 19, é possível constatar que a maioria desses sujeitos não expressou as significações das interações ecológicas com base nas imagens das interações ecológicas representadas.

As categorias de reassignificação expressas pelos acadêmicos do 4º ano, fora do ambiente natural, foram categorizadas com base em suas expressões referentes à seguinte questão (APÊNDICE 2), ou seja: “Como você construiria uma definição de interação biológica”.

Seguem as manifestações desses sujeitos:

- a) *(AIV-1) Interação biológica seria o contato ou o desenvolvimento de um ser vivo com outro se vivo que pode ser negativa ou positiva para ambos ou para um só; (AIV-3) São as relações que o indivíduo apresenta com os demais indivíduos, sejam eles de suas espécies ou não e com o ambiente; (AIV-5) Relação entre os seres vivos (plantas e animais); (AIV-6) Interação biológica – é a relação que os seres vivos se encontram, podendo ela ser harmônica ou desarmônica. Esta relação pode favorecer/desfavorecer*

*qualquer um dos indivíduos; (AIV-8) Seria a relação entre um ser vivo e o meio ou entre 2 ou mais seres vivos; (AIV-9) Interação ecológica é se relacionar com algo/”algum animal” para conseguir desempenhar funções; (AIV-10) Interação biológica seria uma relação entre indivíduos e/ou moléculas para um determinado fim; (AIV-11) Interação biológica é uma “comunicação” entre os seres vivos tanto benéfica como prejudicial; (AIV-13) É toda ligação que um ser vivo tem com outro(s), pois na natureza de uma certa forma está tudo ligado; (AIV-14) A relação de diversos elementos, nos vários níveis biológicos, que mantém funcional a estrutura do ambiente;*

- b) (AIV-2) Interação/relação necessária para a existência de um organismo; (AIV-4) Interação biológica poderia ser definida como as relações existentes entre os componentes e os fenômenos biológicos; (AIV-7) A interação biológica é todo tipo de relação que se estabelece entre seres vivos em todos os níveis de constituição biológica, ou seja, desde moléculas a indivíduos. Dessa forma, sem essas interações, os resultados poderiam ser outros; (AIV-10) Interação biológica seria uma relação entre indivíduos e/ou moléculas para um determinado fim; (AIV-11) Interação biológica é uma “comunicação” entre os seres vivos, tanto benéfica como prejudicial; (AIV-12) Relações entre duas ou mais partes. Essas partes podem ser desde células até comunidade; (AIV-14) A relação de diversos elementos, nos vários níveis biológicos, que mantém funcional a estrutura do ambiente;*

Considerando as respostas manifestadas por esses sujeitos, as seguintes categorias de ressignificação foram definidas:

- a) Concepção de interação biológica limitada ao ambiente externo do organismo: os estudantes compreendem as interações, porém, as limitam ao âmbito da Ecologia;
- b) Concepção de interação biológica indefinida: esses acadêmicos não compreenderam o que sejam as interações biológicas, ao manifestarem concepções muito gerais dessas interações.

O quadro 20 traz a síntese de significações das categorias de ressignificação manifestadas pelos estudantes do 4º ano fora do ambiente natural:.

Quadro 20. Síntese de significação.

| <i>Categorias de ressignificação expressas</i>                   | <i>Sujeitos respondentes – 4º ano (Grupo I)</i>                           |
|--|---|
| a) Concepção de interação biológica restrita ao âmbito ecológico | AIV-1; AIV-3; AIV-5; AIV-6; AIV-8; AIV-9; AIV-10; AIV-11; AIV-13; AIV-14; |
| b) Concepção de interação biológica indefinida                   | AIV-2; AIV-4; AIV-7; AIV-10; AIV-11; AIV-12; AIV-14;                      |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Pode-se observar pela avaliação do quadro 20 que, a maioria desses acadêmicos (semelhantemente àqueles do 1º ano) limitou ao ambiente externo dos seres vivos, suas ressignificações do conceito de interação biológica.

O quadro 21 apresenta a síntese das representações expressas pelos acadêmicos do 4º ano fora do ambiente natural:

Quadro 21. Síntese das principais ideias expressas.

| <b>Categorias</b>      | <b>Sínteses das representações do conceito de interação biológica</b>   |
|------------------------|---|
| <b>Percepção</b>       | Expressaram não perceber nas imagens representadas as interações entre os seres vivos;  |
| <b>Significação</b>    | A maioria dos estudantes não expressou significação entre as imagens apresentadas e suas representações acerca das interações ecológicas, sendo que as ressignificaram de maneira direta; |
| <b>Ressignificação</b> | Compreendem as interações biológicas circunscritas apenas ao ambiente externo do organismo;   |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Por meio da análise do quadro 21, é possível inferir que os acadêmicos do 4º ano manifestaram dificuldade em perceber as interações ecológicas baseadas nas imagens a eles apresentadas. Além disso, a maioria desses estudantes não expressou significar essas interações ecológicas, mas sim ressignificá-las de maneira imediata. Esses sujeitos de pesquisa compreenderam as interações biológicas restritas ao ambiente externo dos seres vivos (semelhantemente àqueles acadêmicos do 1º ano).

### 5.3. AS ATIVIDADES DO GPEB DURANTE O SEGUNDO SEMESTRE DE 2011

Como já foi apresentado no início deste capítulo (ver Quadro 4), as atividades do GPEB para a coleta de dados dessa tese foram constituídas de: (i) visita a campo e aplicação do Questionário inicial; (ii) discussões em grupo e aplicação do Questionário final.

Entretanto, antes da apresentação dos resultados relacionados ao grupo de pesquisas, lembra-se da constituição diversa do grupo, formado por participantes de diferentes níveis de formação (2º, 3º e 4º anos do curso de Ciências Biológicas).

Na sequência, serão apresentados os resultados da visita a campo e aplicação do questionário inicial para esses participantes.

#### 5.3.1 Percepções Iniciais dos Participantes do GPEB (Grupo II) Expressas durante Visita ao Ambiente Natural

As percepções dos participantes do GPEB durante a visita ao ambiente natural foram expressas por meio de questionamentos aos acompanhantes da visita (pesquisadora e colegas auxiliares), sobre as interações ecológicas observadas. Entretanto, esses questionamentos foram redirecionados para os próprios estudantes ainda durante a visita, para que eles tentassem buscar suas próprias elaborações.

Seguem alguns desses questionamentos:

- as espécies de bromélia presentes no ambiente utilizavam algum tipo de recurso da árvore para sobrevivência (era interação de parasitismo ou não?);
- e as espécies de cipó, retiram nutrientes da árvore ou não?

Assim, o quadro 22 exibe a síntese de significação das percepções expressas pelos sujeitos do GPEB durante visita ao ambiente natural está abaixo exposto:

Quadro 22. Síntese de significação.

| <i>Categorias de percepção expressas</i>  | <i>Sujeitos respondentes – GPEB(Grupo II)</i> |
|---|---|
| a) Emissão de questionamentos (frases interrogativas) sobre as interações ecológicas percebidas | Grupo de estudantes                           |

Avaliando o quadro 22, nota-se que esses estudantes expressaram suas percepções quando estiveram presentes no ambiente natural principalmente por meio de frases interrogativas, ao fazerem questionamentos aos monitores da visita sobre as interações

ecológicas percebidas no ambiente. Esses resultados podem se considerados satisfatórios, quando se trata do nível de percepção desses estudantes, demonstrando que eles estavam atentos à percepção dos fenômenos naturais presentes no ambiente visitado.

Na avaliação das expressões desses acadêmicos quando responderam à primeira questão do questionário inicial (APÊNDICE 1): “Descreva um exemplo de interação ecológica que você esteja observando nesse momento”, as categorias de significação construídas a partir das manifestações desses acadêmicos são apresentadas a seguir:

- a) *(GP-1) Líquens nas árvores, folhas no solo, teias de aranha, ovos de insetos debaixo das folhas, insetos: formigas, grilos, formigueiros, cupins, fungos em troncos. Fungos em troncos “caídos” em forma de cogumelos. Um pedaço de tronco caído com cupins nele com alguns fungos; (GP-5) (...) construção de teia de aranha entre as folhas, folhas degradadas por insetos, galhos e folhas como adubo orgânico, epífitas, umidade elevada em alguns locais (até mesmo no solo), presença de muitas borboletas pelo caminho percorrido, cogumelos em galhos velhos, insetos diversos; (GP-6) Líquens em associação com os troncos das árvores, no qual ele pra sobreviver está em interação com algum substrato, como nesse caso os troncos; (GP-7) As trepadeiras (assim como as epífitas, briófitas e líquens) se apóiam nos caules lenhados das árvores, formando uma trama aérea densa a qual as aranhas, utilizam como suporte para suas teias para capturar artrópodes voadores como as hemípteras, que por sua vez contribuem para a polinização das espécies lenhosas citadas anteriormente [...];*
- b) *(GP-2) Um exemplo de interação ecológica que pude notar, foi a relação entre as árvores de maior porte que formam o docel e as trepadeiras. Essas apóiam-se nos troncos das árvores maiores, originam-se bem próximas e através dela conseguem chegar ao docel onde captam a luz para realizar fotossíntese e obter parte de sua energia. Essas árvores maiores conseguem absorver luz solar e com o metabolismo acelerado conseguem aumentar a produção da serrapilheira que fornece matéria orgânica para as outras espécies presentes no ambiente; (GP-3) Presença de borboletas na mata estacional semidecídua, mas na região de brejo. Existe em maior quantidade principalmente próximo do córrego: onde o solo é esbranquiçado devido a presença de sais. Tronco da árvore com musgo e líquens na mata estacional semidecídua, presente em árvores jovens e maduras, ambiente*

provavelmente úmido, luminosidade mediana. 1) Tronco em decomposição, presença de insetos (formiga, borboletas), de musgos e líquens. Ambiente de sombra, aparentemente em um lugar úmido. 2) Tronco de árvore (o tronco estava em processo de decomposição) servindo de substrato para fungos (cogumelo). Ambiente sombreado. No mesmo tronco existe a presença de musgos e entre o tronco e o solo existe a presença de uma teia de aranha aparentemente sem a aranha, neste momento. 3) Cipó apoiando no tronco da árvore, para conseguir obter luz solar e crescer. O cipó tem sua própria raiz e a árvore tem sua raiz. O cipó apresenta associado a alguma espécie vegetal clorofilada (provavelmente musgos). 4) Bromeliácea associada a uma árvore. A posição da bromeliácea é bem alta e neste momento, o sol está iluminando muito a bromeliácea, que está bem verde e sua florescência está murcha. Aparentemente, a bromeliácea está usando a árvore (que é grande em altura) apenas como suporte; (GP-4) Interação ecológica entre as folhas que caem das árvores e o solo. Ao serem depositadas aleatoriamente no solo, as folhas o oferecem uma proteção com relação a umidade, mantendo-o úmido ou seco dependendo do tipo, e também oferece nutrientes que podem ser aproveitados; (GP-5) A presença de musgos em quase todas as árvores da trilha, assim como a presença de líquens; os musgos portanto, podem ser um indicador de alta umidade na casca dessas árvores. Outra interação evidente é a presença de árvores, galhos e folhas mortas, produzindo matéria orgânica para o solo, aumentando assim, a quantidade de nutrientes. (...) folhas em decomposição devido á umidade e calor (...), galhos e folhas como adubo orgânico, epífitas, umidade elevada em alguns locais (até mesmo no solo) (...); (GP-8) Nas áreas de mata fechada a umidade é maior, as sobras das copas das árvores contribuem para o aumento dessa umidade sendo assim aumenta o número de teias de aranhas e borboletas, pois são animais que preferem áreas úmidas como habitat; (GP-9) Pude visualizar, por exemplo, a interação de uma bromélia com o tronco de outra árvore. O tronco dava sustento a bromélia que assim se fixava em um lugar alto e favorável para garantia de sol e poder captar a quantidade de água da chuva necessária para sua sobrevivência;

- c) (GP-5) Com tudo isso, observar as interações “ao vivo”, permitiu a visualização de diferentes pontos da interação, assim como, perceber a variação de umidade diante de diferentes locais da trilha, incidência de luz; (GP-7) Há também uma

*relação negativa entre o ser humano e a trilha, que não permite que espécies se desenvolvam na mesma em decorrência do pisoteio;*

As categorias referentes à significação desses estudantes foram elaboradas com base na maneira como esses estudantes expressaram perceber as interações biológicas, ou seja:

a) Apenas identificaram as interações ecológicas: esses participantes não expressaram nenhum tipo de relação acerca das interações identificadas;

b) Estabeleceram relações para explicar as interações ecológicas: esses estudantes relacionaram os fatores bióticos e abióticos do ambiente com as relações percebidas acerca dos seres vivos ali presentes;

c) Emitiram opinião pessoal sobre experienciar as interações ecológicas no próprio ambiente natural;

Assim, abaixo se encontra o quadro 23 da síntese de significação das categorias de significação expressas pelos participantes do grupo de pesquisa, durante visita ao ambiente natural:

Quadro 23. Síntese de significação.

| <i>Categorias de significação expressas</i>   | <i>Sujeitos respondentes – GPEB (Grupo II)</i> |
|---|--|
| a) Apenas a identificação das interações ecológicas                                       | GP-1; GP-5; GP-6; (GP-7);                      |
| b) Estabelecimento de relações entre os fatores bióticos e abióticos do ambiente visitado | GP-2; GP-3; GP-4; GP-5; GP-8; GP-9;            |
| c) Emissão de opinião pessoal acerca da visita  | GP-5; GP-7;                                    |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Com base no quadro 23 se observa que a maioria dos participantes do grupo significou as interações ecológicas percebidas na visita por meio do estabelecimento de relações entre os fatores bióticos e abióticos do ambiente visitado.

Na análise das manifestações desses sujeitos, quando responderam ao mesmo questionamento anterior, ou seja: “Descreva um exemplo de interação ecológica que você esteja observando nesse momento”, buscou eleger as categorias de ressignificação, entretanto, nenhuma categoria de ressignificação foi detectada. Assim, é possível observar que os

participantes do grupo não manifestaram categorias de ressignificação durante visita ao ambiente natural.

Em suma, é apresentado abaixo um quadro 24 que traz as sínteses das percepções iniciais dos participantes do GPEB durante a visita ao ambiente natural foram expressas, com base nas categorias de percepção, significação e ressignificação.

Quadro 24. Síntese das principais ideias expressas.

| <b>Categorias</b>      | <b>Síntese das percepções iniciais expressas durante visita ao ambiente natural</b>  |
|------------------------|--|
| <b>Percepção</b>       | Expressaram suas percepções por meio da emissão de frases interrogativas acerca das relações percebidas entre os seres vivos durante a visita ao ambiente natural; |
| <b>Significação</b>    | Manifestaram o estabelecimento de relações entre os fatores bióticos e abióticos desse ambiente;   |
| <b>Ressignificação</b> | Não foram detectadas categorias de ressignificação;  |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Analisando o quadro 25 nota-se que os participantes do grupo de pesquisas expressaram suas percepções acerca do ambiente natural visitado principalmente por meio de questionamentos acerca desse ambiente.

No nível de significação identificaram as interações ecológicas observadas no ambiente visitado e principalmente, estabeleceram relações entre os fatores bióticos e abióticos desse ambiente. No nível de ressignificação não foram identificadas categorias.

Com base nos resultados acima descritos, nota-se que esses estudantes manifestaram percepção satisfatória do ambiente natural visitado no que diz respeito às interações ecológicas ali presentes, pois expressaram questionamentos acerca dessas interações. No nível de significação, manifestaram o estabelecimento de relações entre os fatores bióticos e abióticos presentes no ambiente. Entretanto, no nível de ressignificação, não manifestaram conceitualizações.

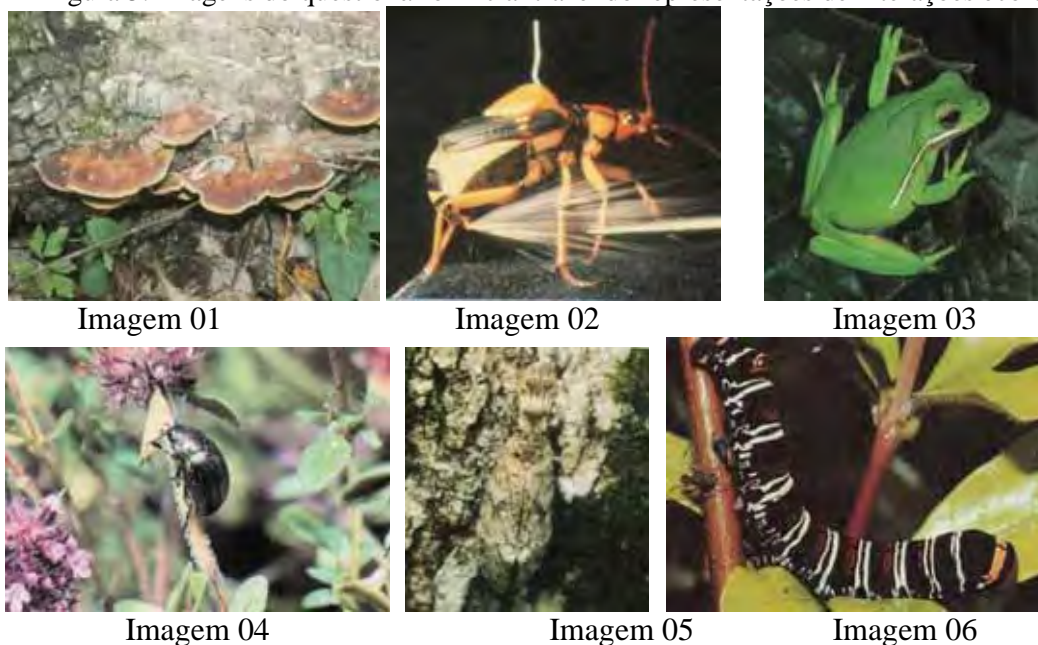
Sendo assim, não se pode inferir que esses acadêmicos não apresentavam, em nível de ressignificação, os conceitos relativos às interações ecológicas elucidados. Além disso, a maioria desses acadêmicos ainda não havia cursado a disciplina de Ecologia no curso de graduação quando realizaram a visita ao ambiente natural.

### 5.3.2 Representação do conceito de interação biológica dos participantes do GPEB (Grupo II) fora do ambiente natural

As manifestações dos participantes do GPEB acerca do conceito de interação fora do ambiente natural, ou seja, quando a eles foram apresentadas as imagens representativas de algumas das interações ecológicas e responderam às questões presentes no questionário inicial (APÊNDICE 2), foram analisadas descrevendo-se os resultados a seguir.

As seis imagens representativas das interações ecológicas apresentadas a esses estudantes são abaixo repetidas (figura 5):

Figura 5. Imagens do questionário inicial trazendo representações de interações ecológicas



Fonte: Livro “A Economia da Natureza” de Robert E. Ricklefs. Editora Guanabara Koogan, 5 ed., 2003.

Nessa perspectiva, as percepções da representação dos participantes do GPEB a partir das imagens foram expressas quando responderam à seguinte questão (Questionário inicial/Apêndice 2): “Existem aspectos comuns entre essas imagens? Sim ( ) Não ( ). Justifique” (as imagens que a pergunta faz referência, são as imagens acima ilustradas).

Assim, segue abaixo as manifestações de percepção desses sujeitos:

- a) (GP-4) *Aparentemente os animais ilustrados nas imagens fazem parte de um mesmo ecossistema sendo que alguns podem estar relacionados em relação ao modo de vida; (GP-7) Formas de vida relativamente complexas realizando ações para a manutenção de sua vida;*

- b) (GP-1) *Sim, pois em todas as imagens os insetos, o anfíbio e os fungos estão em interação com o seu habitat próprio; (GP-2) Outro aspecto é que cada animal está interagindo com o ambiente. A maioria deles encontra-se sobre vegetais; (GP-3) Todas as figuras dão a ideia que as espécies estão adaptadas ao meio em que vivem. As figuras 1, 4, 6 demonstram, claramente, exemplos de interação ecológica. No caso da figura 2 e 5, poderia dizer que se trata de interações Biológicas, pois ocorre uma série de interações para que a substância seja “fabricada” e expelida pelo animal e para que ocorra a mimetização da borboleta; (GP-5) Analisando as imagens percebemos que os animais e plantas estão em interação com o meio e entre si; cada qual de uma forma, mas ambiente e animal interagem, alguns de maneira “mais branda”, outros intrinsecamente ligados/dependentes; (GP-6) Existe as interações ecológica, em todas as imagens há uma interação sendo elas organismo com organismo ou planta com organismo; (GP-8) Todas tem uma interação com o ambiente, mas não mostrado especificamente na foto; (GP-9) Todas mostram o animal interagindo com o seu habitat;*

As categorias abaixo relacionadas para explicitar as percepções expressas pelos participantes do GPEB fora do ambiente natural foram elaboradas da seguinte maneira:

- a) Não perceberam as interações ecológicas nas imagens representadas: esses estudantes associaram às imagens representadas o ambiente ou o ecossistema como aspecto geral, ou seja, focaram não nas interações ecológicas representadas, mas no ambiente;
- b) Perceberam as interações ecológicas representadas nas imagens: esses estudantes manifestam perceber as interações ecológicas representadas nas imagens por meio da interação entre o organismo (animal ou planta) e o meio ambiente (habitat) desse organismo; por meio da interação entre organismos, ou ainda, por meio da adaptação do animal ao meio em que vive;

Assim, o quadro 25 apresenta a síntese de significação das categorias de percepção expressas pelos participantes do grupo de pesquisa fora do ambiente natural:

Quadro 25. Síntese de significação.

|   |   |
|---|---|
| <b><i>Categorias de percepção expressas</i></b> | <b><i>Sujeitos respondentes – GPEB (Grupo II)</i></b> |
|---|---|

|   |   |
|---|---|
| a) Não perceberam as interações ecológicas representadas          | GP-4; GP-7;                               |
| b) Perceberam as interações ecológicas representadas nas imagens; | GP-1; GP-2; GP-3; GP-5; GP-6; GP-8; GP-9; |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Na análise do quadro 25 ressalta-se que a maioria desses sujeitos de pesquisa expressou suas percepções das interações ecológicas, com base nas imagens representadas, por meio da identificação de interações ecológicas entre os organismos e o ambiente. Somente dois sujeitos não perceberam interações nessas imagens. Destaca-se que o participante GP-3 expressou perceber interação para além do ambiente externo do ser vivo, ou seja, em outros níveis biológicos (ao atribuir às imagens 02 e 05, percepção de processos internos dos organismos).

As categorias de significação manifestadas pelos participantes do grupo quando responderam à seguinte questão (Questionário inicial/APÊNDICE 2): “Descreva o(s) tipo(s) de interação(ões) observada(s) em cada imagem que você selecionou”.

Seguem abaixo essas manifestações:

- a) *(GP-1) Na imagem 2 o inseto está “demarcando” o seu território conforme seu hábito de vida. Na imagem 3 o anfíbio está repousando em folhas verdes, que o confunde com o ambiente, seria então a camuflagem. Na imagem 4 o inseto está em seu habitat, provavelmente, próximo ao seu alimento. Na imagem 5 também é a camuflagem o inseto se confunde no ambiente. Na imagem 6 o inseto também está em seu habitat, provavelmente próximo a seu alimento; (GP-2) Na imagem 1, observamos fungos instalados no tronco de uma árvore. A árvore serve como moradia para os fungos e fornece a eles nutrientes para sua sobrevivência. Na imagem 02, observamos um inseto provavelmente lançando sobre o seu predador alguma substância que o protege. Na imagem 03 o sapo está sobre folhas verdes. O sapo se alimenta de insetos, que podem em alguns casos se alimentar das folhas. O sapo sobre as folhas pode ocorrer camuflagem essa interação “sapos e as folhas” pode gerar benefícios para ambos, pois evita a predação aumentando a sobrevivência das espécies; (GP-3) 01- interação ecológica – O fungo utiliza a árvore como substrato, mas a presença do fungo para a árvore é neutra. 02 – interação Biológica = interação que ocorrem “dentro” do organismo para*

*produzir e expelir substância. 04 – interação ecológica = o inseto está interagindo com a flor. 05 – interação biológica ocorre uma série de interações fisiológicas para que a mariposa consiga se mimetizar. 06 – interação ecológica, a lagarta está se alimentando das folhas dessa planta; (GP-4) Na imagem 03, há uma interação do animal com o ambiente pelo fato de sua nutrição ser de insetos e pequenos animais, fazendo um controle na cadeia alimentar que participa; Na 06, a interação é semelhante à imagem anterior, porém, sua alimentação, no estágio que o animal se encontra, é basicamente de folhas; ele serve de alimento para organismos que vivem em seu habitat; (GP-5) 1) Fungos em interação com o ambiente úmido da superfície da rocha, é um modo que permite a sobrevivência do fungo e garante um abrigo adequado. 2) Uma espécie de besouro liberando no ambiente um líquido para capturar alimento/presa. 3) O sapo usando a folha como suporte, ao mesmo tempo promove uma certa “limpeza” nela. 4) O besouro e a flor, enquanto que a flor fornece alimento, o inseto poliniza-a. 5) Bicho Pau utiliza a árvore como forma de se camuflar para livrar-se dos predadores. 6) A centopéia obtém seu alimento através da planta; (GP-8) Na 01 ocorre interação entre o fungo e a árvore, o fungo precisa da árvore para apoio, sombra e umidade. Na imagem 05, o inseto usa a árvore para se camuflar e se proteger de possíveis predadores; (GP-9) 01 - o tronco dá suporte ao fungo e 6 - a lagarta na sua área de alimentação e moradia;*

b) *(GP-6) Relações interespecíficas;*

As categorias abaixo foram elencadas com base no confronto desses estudantes com as imagens de interações ecológicas a eles representadas e o seus conhecimentos acerca dessas interações:

a) Estabeleceram relações entre as imagens representadas e as interações ecológicas conhecidas: esses estudantes expressam explicações acerca das interações ecológicas representadas, tendo como base os conhecimentos que trazem sobre essas interações. Alguns deles, em algum momento das respostas manifestadas, chegam a ressignificar uma interação ou outra, ao identificarem nas imagens representadas a camuflagem, por exemplo;

b) Não estabeleceram relações entre as imagens representadas: esse estudante não expressou relacionar as interações ecológicas representadas nas imagens com seus conhecimentos acerca dessas interações;

O quadro 26 apresenta a síntese de significação da categoria de significação expressas pelos participantes do grupo fora do ambiente natural.

Quadro 26. Síntese de significação.

| <i>Categoria de significação expressa</i>   | <i>Sujeitos respondentes – GPEB (Grupo II)</i> |
|---|--|
| a) Estabelecimento de relações entre as imagens representadas e as interações ecológicas conhecidas | GP-1; GP-2; GP-3; GP-4; GP-5; GP-8; GP-9;      |
| b) Não estabelecimento de relações entre as interações ecológicas representadas;                    | GP-6;  |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Em análise ao quadro 26, nota-se que a maioria dos participantes do GPEB expressou significar as interações ecológicas representadas por meio do estabelecimento de relações acerca das interações ecológicas representadas nas imagens e seus conhecimentos sobre essas interações. Ressalta-se que o participante GP-7, ressignificou de maneira direta as interações ecológicas representadas.

As categorias de ressignificação foram expressas por esses sujeitos quando eles responderam à seguinte questão: “Como você construiria uma definição de interação biológica”.

Segue abaixo essas manifestações:

- a) (GP-3) *Interação biológica: é uma associação permanente ou temporária entre dois ou mais elementos biológicos do nível tissular e/ou orgânico e/ou ecológico. Esta associação ao acaso, pode aumentar as chances de sobrevivência;* (GP-5) *Bom, acho meio difícil estabelecer um determinado conceito (pelo menos agora), mas acredito que deveria ser algo que englobasse todas as interações vividas, não somente em nível ecológico, a interação é muito mais ampla do que é ensinado na escola, então deveria ser um conceito que permitisse ver TODAS as interações, não só com o ambiente;* (GP-7) *O conjunto das relações complexas de todas as partes que articuladas constituem a vida ou suas manifestações;*
- b) *A forma de hábitos que um indivíduo, independente se for vegetal ou animal, relaciona-se com o meio que vive, levando em consideração também no que o ambiente o afeta;* (GP-2) *Interação biológica: relação que há de um ser vivo com o ambiente em que ele está inserido. As atividades, funções e características do ser vivo que ele exerce e influencia no ambiente e as influências que ele sofre do*

*ambiente; (GP-3) Interação biológica: é uma associação permanente ou temporária entre dois ou mais elementos biológicos do nível tissular e/ou orgânico e/ou ecológico. Esta associação ao acaso, pode aumentar as chances de sobrevivência; (GP-4) Interação biológica é a ligação, em diferentes níveis e ambientes de organismos vivos ou mortos; (GP-6) Interação biológica é quando tem se um organismo interagindo com outro, sendo este totalmente dependente ou não; (GP-8) Interação biológica é todo o contato que um organismo vivo tem com outro, ou interfere na vida do outro, afetando ou não o ambiente; (GP-9) Interação é a constante relação do indivíduo e espécie com o meio em que vive tanto ambiente como social e que interfere diretamente em sua vida;*

As categorias de ressignificação, com base nas expressões dos participantes do GPEB, foram elaboradas as seguintes categorias de ressignificação:

- a) Não compreendem as interações biológicas: esses participantes expressaram relacionar as interações biológicas com associações, ou ainda, com o acaso. Assim, não possuem clareza do que sejam essas interações;
- b) Conceitualizaram as interações biológicas: esses estudantes compreendem as interações, porém, restritas ao âmbito ecológico;

O quadro 27 elucida a síntese de significação das categorias de ressignificação expressas pelos participantes do GPEB fora do ambiente natural:

Quadro 27. Síntese de significação.

| <i>Categorias de ressignificação expressas</i>                                      | <i>Sujeitos respondentes – GPEB (Grupo II)</i> |
|---|--|
| a) Não compreensão das interações biológicas  | GP-3; GP-5; GP-7;                              |
| b) Concepção que restringe as interações biológicas ao ambiente externo do ser vivo | GP-1; GP-2; GP-3; GP-4; GP-6; GP-8; GP-9;      |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Na análise do quadro 27 é possível observar que a maioria desses sujeitos expressou compreender as interações biológicas circunscritas ao ambiente externo do organismo, relacionando organismo e ambiente (e vice-versa). Esse resultado também foi obtido pelos acadêmicos do 1º e 4º anos, sujeitos dessa pesquisa.

O quadro apresentado 28 sintetiza as ideias expressas pelos participantes do GPEB com base em suas representações do conceito de interação, fora do ambiente natural (categorias de percepção, significação e ressignificação):

Quadro 28. Síntese das principais ideias expressas.

| <b>Categorias</b>      | <b>Sínteses das representações expressas fora do ambiente natural</b>   |
|------------------------|---|
| <b>Percepção</b>       | A maioria dos sujeitos expressou percepções das interações ecológicas representadas por meio da identificação de interações entre os organismos e o ambiente;                                   |
| <b>Significação</b>    | A maioria expressou significar as interações ecológicas representadas nas imagens por meio do estabelecimento de relações entre essas interações e seus conhecimentos acerca dessas interações; |
| <b>Ressignificação</b> | A maioria compreendeu as interações biológicas circunscritas ao ambiente externo do ser vivo;   |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Analisando o quadro síntese acima descrito, nota-se que a maioria dos participantes do GPEB expressou suas percepções das interações ecológicas com base nas imagens representadas, por meio da identificação de interações entre os organismos e o ambiente.

No nível de significação, a maioria desses sujeitos expressou estabelecer relações entre as interações representadas nas imagens e os conhecimentos apreendidos acerca dessas interações.

No nível de ressignificação, a maioria deles manifestou compreender as interações biológicas limitadas ao ambiente externo do organismo (como os estudantes do 1º e do 4º ano do curso de Ciências Biológicas).

### **5.3.3 Evolução da (Re)construção do Conceito de Interação Biológica por meio das Discussões realizadas no GPEB**

A descrição das discussões que ocorreram no GPEB, com o objetivo de (re)construir o conceito de interação biológica (com foco no conceito de interação ecológica), serão abaixo apresentadas. Ao final das discussões do sexto (6º) texto estudado, foi solicitado aos participantes do grupo que respondessem a uma questão aberta, com o intuito de acompanhar como a concepção desses estudantes em relação ao conceito estudado estava evoluindo, sendo ela: “Como você construiria uma definição de interação biológica”. Ao final das manifestações desses participantes acerca do conceito estudado, serão expostos os resultados do Questionário final (APÊNDICE 3).

Ressalta-se que, o termo evolução acima empregado, possui mais um caráter de apresentação do desenvolvimento das concepções/ideias expressas pelos participantes do grupo acerca do conceito de interação, considerando seus avanços e retrocessos, do que àquele de imprimir um perfil de evolução cuja ideia central seja de superação das concepções do conceito estudado.

Assim, não se pretendeu aqui, (re)construir um conceito “fechado” de interação biológica com esses estudantes, mas possibilitar a eles refletirem (por meio dos textos estudados e das discussões em grupo), uma visão mais plural/sistêmica desse conceito, visto que, nos resultados preliminares dessa investigação (anteriormente descritos), tanto nas percepções iniciais (durante visita ao ambiente natural), quanto nas representações (fora do ambiente natural), esses sujeitos manifestaram compreenderem o conceito de interação circunscrito ao âmbito ecológico somente.

A ideia de interação não é nova no corpo de conhecimento teórico da Biologia. Conrad Hall Waddington e Donna J. Haraway já empregavam esse termo.

Nessa perspectiva, durante as discussões do conceito de interação no ambiente externo do organismo (também por se tratar de um nível mais acessível para a compreensão dos estudantes acerca do conceito de interação), foram escolhidos textos que possibilitassem explorar esse conceito.

O cronograma com as datas e a sequência de textos estudados pelo grupo foi apresentado no Quadro 1 (Capítulo 4).

Inicialmente, baseado em sua própria concepção de interação, foram selecionados alguns textos para serem estudados com os estudantes, entretanto, conforme as discussões no grupo avançavam e sinalizavam algumas lacunas conceituais desses estudantes (que pudessem dificultar o desenvolvimento das discussões), foi eleito um ou outro texto.

Assim, os textos estudados e que traziam discussões mais amplas (no campo da Ecologia), foram: “Indivíduo e ambiente” (LEWONTIN, 2002); “Que perguntas faz a Ecologia” (MAYR, 2005); “Análise biossemiótica voltada para sistemas ecológicos” (BRANDO et al., 2007); “Coevolução” (PITE; AVELAR 1996); “O conceito de interação na organização dos seres vivos” (MEGLHIORATTI, 2006).

Os outros textos estudados apresentavam enfoques mais específicos e técnicos das interações ecológicas. Foram eles: “Interações mutualísticas entre formigas e fungos” (DÁTTILO et al, 2009); “O caramujo exótico invasor *Achatina Fulica* (Stylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): situação atual” (ZANOL et al, 2010);

“Especificidade de hospedeiro: padrões ecológicos de insetos fitófagos em ecossistemas tropicais” (NASCIMENTO; MONTEIRO, 2008).

O texto 1, intitulado “A autonomia da Biologia”, não foi considerado nesta análise, pois foi estudado com o objetivo de fundamentar as discussões futuras no que tange a uma visão da ciência Biologia, não tendo papel específico na questão do conceito de interação biológica.

O grupo de discussões foi iniciado com dez (10) participantes, sendo que nem todos estiveram presentes em todas as reuniões. Ao final das discussões, quatro (04) participantes responderam ao último questionário. É importante destacar que, a notação adotada para identificar a fala dos sujeitos durante as discussões foi: (P) para pesquisadora e (GP – 1 a 10) para os participantes do grupo de pesquisa, seguido do número de identificação de cada participante.

Assim, os excertos transcritos e selecionados (com base nas manifestações dos participantes do grupo durante as discussões dos textos) para ilustrar as evoluções do grupo, tiveram como foco o conceito de interação expresso por esses estudantes durante as discussões.

Durante as discussões dos textos era estimulado que os participantes do grupo expressassem suas ideias e que o fizessem, também, por meio de exemplos biológicos, por acreditar que a disponibilidade desses exemplos na mente desses futuros biólogos, poderia facilitar a compreensão e a expressão do conceito de interação biológica.

A seguir são trazidas as análises a partir dos principais fragmentos que possibilitaram constatar como o conceito de interação biológica foi evoluindo ao longo das discussões, sendo que as manifestações provenientes de cada texto serão apresentadas em separado.

#### 5.3.3.1 Análise da Discussão do texto 2

O texto 2 aborda as relações entre indivíduo e ambiente, na perspectiva de Lewontin (2002). Optou-se por trabalhá-lo porque tais relações podem facilitar a compreensão do conceito de interação ecológica no âmbito do GPEB. Inicialmente, foram ouvidas as primeiras impressões dos estudantes sobre o texto estudado, os quais realizaram algumas reflexões acerca das relações entre organismo e ambiente. Alguns exemplos da transcrição são trazidos abaixo:

*(GP-3) Para mim o texto fala das interações, prioritariamente, como o ambiente atua no organismo, como esse organismo atua. Foca que o organismo modifica o meio e que tem influência do meio também. Essa é minha ideia geral do texto;*

*(GP-10) Eu entendi a mesma coisa (...) a interação dos diferentes meios atuando sobre um organismo trariam situações diferentes;*

*(GP-5) Pelo que eu entendi, há um equilíbrio entre o organismo e o ambiente, cada um com sua parte. Eu não posso simplesmente categorizar que o organismo modifica o ambiente e que o ambiente modifica o organismo;*

*(GP-3) Eu acho que têm os processos internos do organismo. E os processos internos do próprio meio ambiente para eles se auto-manterem. Mas, entre os dois, tem um processo de interação;*

*(GP-2) Eu pensei num exemplo: se tiver uma superpopulação de um animal que come uma determinada fruta (por algum motivo ocorreu essa superpopulação). Esses animais podem consumir demasiadamente esse fruto que, no caso, a dispersão da semente se dá pelo fruto. Por esse motivo, não ocorre mais a dispersão desse fruto e aí a árvore, ao longo do tempo, vai se tornar rara, até que ela pode ser extinta. Então o animal (organismo) interferiu no ambiente. Ou o contrário, um animal que não consegue achar outro tipo de alimento: tem uma população grande de animais, ele não vai encontrar um determinado alimento para a sobrevivência dele, então a tendência é a espécie se extinguir. Aí o ambiente interferiu nessa espécie animal. Então acho que os dois interferem mutuamente no mesmo nível;*

*(GP-5) No caso de uma estiagem, por exemplo: a produção de um determinado alimento pode vir a diminuir. É o ambiente que está proporcionado isso. De certa forma, ele está interagindo com a espécie;*

Por meio dos fragmentos acima descritos parece que os estudantes compreenderam a ideia elucidada no texto, ou seja, de que organismo e o ambiente interagem de forma dinâmica. Assim, de acordo com Lewontin (2002), está errado pensar “que o ambiente de um organismo é casualmente independente dele e de que as alterações no ambiente são autônomas e independentes das alterações na própria espécie” (p. 53).

E as discussões continuam,

*(GP-2) Por que daí, como os animais vão encontrar alimento?*

*(GP-5) Daí eu acho, ou a espécie passa a consumir além desse, outro tipo de alimento... Ou ela se adapta... ou ela morre;*

Com base na reflexão da (GP-5), destaca-se aqui uma manifestação de que ou o organismo se adapta ou ele morre (dois extremos). Parece que essa concepção é impeditiva para que os estudantes compreendam a adaptação do organismo ao ambiente como um processo, que apresenta sua complexidade, que necessita de tempo biológico (esse participante abandona o conceito de tempo), além de muitos outros fatores bióticos e abióticos envolvidos.

Outra manifestação merece destaque:

*(GP-10) Eu acredito que o meio influencia mais os indivíduos do que os indivíduos o meio;*

Nesse momento foi solicitado um exemplo ao participante GP-10 para melhor elucidar sua afirmação de que o meio influencia mais os indivíduos do que os indivíduos o meio, mas não obteve resposta. Entretanto, é PG-2 que ilustra com um exemplo o como ela pensa que o organismo também atua no meio, sendo que sua argumentação levou a outros estudantes a discutir, como segue:

*(GP-2) Por exemplo, o aquecimento global: a gente está afetando o meio (as nossas atitudes estão afetando o meio). O homem está favorecendo o desequilíbrio, a temperatura. A gente também influencia o meio;*

*(GP-5) A gente tava falando de se adaptar. Se eu vou para uma região fria ... Eu não vou modificar o ambiente ... eu vou me adaptar;*

*(GP-3) Só que daí depende do nível de adaptação de cada indivíduo. Tem até um certo ponto que o indivíduo consegue se adaptar;*

*(GP-2) Zona ótima e o limite de tolerância. Eu consigo ficar sem beber água até um certo ponto ... Tem um ponto que se ele ficar sem beber água, ele vai morrer;*

*(GP-5) O limite de tolerância de cada espécie é diferente. Varia de acordo com a espécie: alguns têm um limite para estiagem, outros, limites para a privação de alimento;*

*(GP-2) Quem disse que o organismo se adapta antes de chegar no limite de tolerância à outra situação?*

*(GP-5) Talvez a adaptação não seja suficiente ou o tempo suficiente;*

Por meio dos depoimentos anteriormente expressos foi possível observar que quando esses estudantes trazem exemplos que envolvem o ser humano é sempre ele (o ser humano) quem modifica o meio ambiente, quem se adapta. Parece que as relações estabelecidas por esses estudantes quando o homem é envolvido são sempre antropocêntricas, pois eles não manifestaram pensamento contrário, ou seja: se, o homem afeta o meio ambiente, esse meio ambiente também pode reagir e afetar o homem (já que se trata de relações dinâmicas).

E continuam as discussões entre os participantes presentes:

*(GP-2) Em alguns casos, ela [a adaptação] é ao acaso. Na maioria dos casos. Quando a gente lê, a gente vê que para Darwin a adaptação é ao acaso. Aí o ambiente seleciona aqueles que têm características que melhor permite viver naquele local. Aqui, a gente não está falando que o organismo vai modificar algumas coisas para melhor se adaptar ao ambiente? Ele não está modificando ao acaso ... Ele está modificando porque ele está recebendo uma influência, não é? Ele está sendo influenciado pelo meio (é uma ideia lamarckista);*

*(GP-5) Outro dia o Professor chegou na sala e falou: - Tem um texto aqui ... [ele não deu o título]. Analisem aqui para ver quem é que escreveu isso. Todo mundo colocou que foi o Lamarck. Por fim, tinha sido o Darwin;*

*(GP-10) O darwinismo já foi modificado pelo neo-darwinismo;*

Parece que a ideia de adaptação desses estudantes, mesmo com a leitura do texto, ainda está muito ligada à ideia darwiniana de adaptação. É interessante notar também que a ideia lamarckiana também surgiu e foi identificada nas discussões (pelo estudante GP-2). Entretanto, Lewontin (2002, p. 53), salienta que:

[...] a metáfora da adaptação, apesar de ter se constituído em importante instrumento heurístico para a construção da teoria da evolução, hoje é um obstáculo para a compreensão efetiva do processo evolutivo e tem de ser substituída. Embora todas as metáforas sejam perigosas, o processo real da evolução parece ser mais bem captado pela ideia do processo de construção.

Os estudantes continuam suas reflexões acerca da relação organismo e ambiente, explorando alguns exemplos:

*(GP-5) Posso dar um exemplo da forma como eu entendi? Exemplo dos artrópodes (cladóceros): em determinada época do ano eles tem reprodução assexuada, se eles*

*detectam alguma mudança de temperatura no ambiente, eles passam a ter reprodução assexuada ... Então, ao meu entender, organismo e ambiente tem uma forma recíproca: o organismo se adapta às condições que o ambiente proporciona... Ao mesmo tempo em que o organismo está se adaptando ao ambiente, o ambiente também promove uma mudança no organismo, pois qual seria o motivo de em um determinado momento eles se reproduzirem assexuadamente e depois sexuadamente? Eles detectam uma alteração no ambiente.*

*(GP-2) Eu acho que tem que estudar os dois: que o organismo pode ser modificado pelo ambiente e o ambiente pode ser modificado pelo organismo... Os dois podem construir relações diferentes. Por exemplo: um pesquisador cita o exemplo de um lagarto. Ele analisou esse animal fora do ambiente dele e com isso afirmou que não conseguiu descrever como aquele animal se alimentava ..., pois para isso [se alimentar] ele colocava a língua para fora para capturar insetos [essa característica o pesquisador não conseguiu descrever], pois analisou o animal fora do ambiente. Você não pode falar do animal sem observar ele no ambiente ... essa relação;*

*(GP-5) Tem também o exemplo do ornitólogo [trazido pelo próprio texto], em que interagem as aves, a grama e as pedras ... Cada organismo propicia seu próprio ambiente;*

Esses exemplos corroboram com algumas das ideias que Lewontin (2002) defende no texto, ou seja, de que o organismo é um meio passivo para a percepção do ambiente. Além disso, que os organismos determinam quais elementos do meio deveriam constituir o seu ambiente e, ainda, quais relações entre esses elementos são relevantes para eles.

Em um determinado momento as discussões caminharam para as concepções do conceito de interação desses participantes. Alguns tentaram expressá-las da maneira que segue:

*(PG-3) Por que interagir significa o quê? A gente fazer uma troca, boa ou ruim, Pode ter um mesmo impacto para você e um impacto diferente para mim. E entra também a adaptação do organismo;*

*(GP-2) Positiva ou negativa, mas tudo faz parte da interação;*

Nesse momento, apesar de se considerar um pouco precipitada a manifestação das concepções do conceito de interação por parte dos estudantes, é feita uma intervenção e realizado um questionamento:

*(P) Então vocês já estão conseguindo (re)construir o conceito de interação ecológica?*  
*(PG-3) Sim ... É o que eu te falei. É a troca ... que pode ser boa ou ruim. Pode ter mais ou menos impacto, pois depende de como o organismo está adaptado. Depende dos próprios processos internos dele. Depende do meio ambiente, de como está sustentando esse meio ambiente. É isso que vai definir se o impacto vai ser maior ou menor no ambiente ou no organismo. Interagir significa essa troca, né? Quando eu ouço falar em interação (não sei se vem isso na cabeça de vocês), sempre vem uma grande rede assim na minha cabeça, e você tem que selecionar uma parte daquela rede para conseguir estudar mais a fundo ... Só que sempre depois voltando para aquela rede. É uma rede que para mim nunca acaba. Se você quiser falar de interação, você pode falar em todos os níveis. Para isso que precisa delimitar o que você quer estudar, se não acaba sendo uma coisa muito ampla;*

*(GP-10) Eu acho que é que nem uma rede mesmo, uma está ligada na outra, se você corta em uma parte, acaba prejudicando, acaba quebrando as ligações. A ligação é uma troca que você tem e aí como tem níveis, depende de vários processos: biológicos, físicos, adaptativos... Eu acho que é uma troca, um depende do outro, um tá ligado de alguma forma ao outro e está influenciando o outro de alguma maneira;*

*(GP-2) Para mim, o conceito de interação, eu sempre olhei para a palavra: Inter =entre, nunca pode estar sozinho (duas coisas), no mínimo; Ação: é uma ação de um sobre o outro. A interação está relacionada com um agindo sobre o outro. Então a questão do ambiente, eles agem mutuamente. É interação. Um provoca uma ação no outro. Toda ação no ambiente, vai ter uma reação do ambiente também. O nível, o impacto dessa reação, um com o outro, que pode ser diferente.*

Analisando os fragmentos acima, nota-se que as concepções de interação desses participantes ainda estão restritas ao ambiente externo dos seres vivos, porém, alguns avanços são evidenciados quando tentam explicitar esse conceito, principalmente quando eles fazem referência às ideias de: adaptação, de processos internos do organismo, de dependência do meio, de troca, de rede, de níveis de interação, de ligações, de dependência de processos

(biológicos, físicos). Pode-se inferir que a discussão desse texto possibilitou que essas ideias fluíssem e fossem agregadas àquelas inicialmente trazidas por esses estudantes.

Ressalta-se ainda que a participante GP-10, apesar de atestar a superioridade do ambiente na relação com o organismo, ao expressar sua concepção de interação, desconstrói essa ideia e passa a ver a interação como uma troca, como dependência e influência mútua. Entretanto, não fica explícito se essa troca é entre organismo e ambiente (ler fragmento da página anterior).

Essa mudança de concepção da estudante vem ao encontro do que Flick (2004) defende quanto ao emprego das discussões em grupo, ou seja: favorece o modo pelo qual as opiniões dos participantes do grupo são geradas, expressas e modificadas na vida cotidiana. Além disso, permite que os membros do grupo estudado revejam suas posições, como meio de validar enunciados e pontos de vista – no caso em que tais posições não sejam compartilhadas socialmente ou que sejam incorretas ou ainda radicais.

Outra ideia empregada para explicitar esse conceito foi aquela manifestada pela estudante GP-2 (fragmento da página anterior), ou seja, que associou a origem da palavra *interação*, ao seu significado. Porém, apesar de válida essa manifestação, ela está bem distante da concepção epistemológica do conceito de interação.

Assim, a partir das discussões das relações entre organismo e ambiente, foi possível observar que esses estudantes tentaram agregar “novas” ideias às suas pré-concepções acerca do conceito de interação. Dessa forma, é trazida no quadro 29 a síntese de significação das principais concepções acerca do conceito de interação biológica manifestadas pelos participantes do grupo de pesquisa, em decorrência do estudo do texto dois:

Quadro 29. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>  |
|---|
| Expressaram interação como troca (boa ou ruim) entre organismo e ambiente, impacto, dependência (entre organismo e ambiente), influência mútua, além de ação e reação entre organismo e ambiente. |
| Manifestaram associar interação à adaptação do organismo ao seu meio ambiente, além de dependência de processos internos e externos dele.   |
| Associaram suas concepções de interação à ideia de rede e de ligação.   |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

### 5.3.3.2 Análise da Discussão do texto 3

O texto intitulado “Interações mutualísticas entre formigas e plantas” foi selecionado por abordar de maneira mais particular algumas interações ecológicas. Dessa forma, talvez esse fato possa possibilitar uma melhor compreensão das interações ecológicas por esses estudantes. Seguem alguns fragmentos das reflexões realizadas pelos participantes do grupo, com base nesse texto:

*(GP-3) Os autores colocam já no início do texto que a maioria das espécies hoje viventes necessariamente se engajam em pelo menos uma interação interespecífica no decorrer do seu ciclo e vida... Durante o texto, ele fala do próprio processo de co-evolução das plantas e das formigas... como se elas estivessem caminhando juntas, né? Porque se um deixar de existir... a outra também deixa de existir, né? Também achei interessante o modo como os autores definiram mutualismo: - nesse tipo de relação, uma das espécies oferece um serviço ou produto que seu parceiro não pode conseguir sozinho e em troca, ele recebe algum tipo de pagamento ou recompensa. Eu achei bem diferente de como se coloca mutualismo nos livros, né? Que é uma relação mais ... Aqui os autores dão uma abertura né? Mutualismo é uma troca. Na verdade, não é uma necessidade, como aparece nos livros ... Mutualismo é uma coisa tão junta que você não consegue separar ... e aqui eles tratam de outra forma ...*

Nesse fragmento o estudante destaca a necessidade das interações para a sobrevivência dos seres vivos. Ele também simplifica o conceito de coevolução, associando a ele a ideia de “caminhar junto com o outro”. Além disso, compara a definição de mutualismo dos autores com aquela divulgada pelos livros e, ainda, associa mutualismo à noção de “troca”. Apesar de criticar a concepção de necessidade associada às relações mutualísticas (difundidas pelos livros didáticos), ele também define mutualismo como uma relação de necessidade.

*(GP-2) Os autores citam as desvantagens da polinização pela formiga ... ou seja: o tegumento da formiga ser pouco piloso dificulta a adesão do pólen no processo de polinização e o fato de ela não conseguir levar o pólen tão longe quanto os insetos devido à ausência de asas. Eu tinha um visão sempre assim ... De que uma relação é sempre um benefício ... e o texto traz algumas desvantagens da polinização exercida pelas formigas .. Achei isso interessante ...;*

O participante anterior, ao assumir que sua concepção das relações ecológicas era sempre de benefício, atualiza tal concepção ao conseguir (por meio da leitura do texto) visualizar algumas possíveis desvantagens para essas interações.

*(GP-7) Eu notei que eles [os autores] primeiro falam de uma desvantagem e depois de uma vantagem de contraponto ... Porém, eles falam que em algumas espécies de formigas, o tegumento é mais piloso que o de certas abelhas ... indício implícito da interespecificidade dessas relações ... No geral é desvantajoso, porém em algumas espécies a interespecificidade da relação é alta e vantajosa. Pelo que eu pude perceber, a interação entre a planta e a formiga não existe só. As formigas também podem ser agentes secundários, tanto na polinização, quanto na dispersão de sementes e que ao atuarem dividindo essa planta com outros insetos, existe uma outra interação que é a competição entre esses insetos polinizadores principais. Então, embora tenha uma relação mutualística benéfica para a planta, numa primeira observação, ela pode estar competindo com outras que poderão ser mais benéficas. Então, dentro de uma interação mutualística está implícita uma relação de competição também;*

O estudante acima conseguiu identificar além das vantagens e desvantagens das interações mutualísticas em questão, a interespecificidade de alguns desses mutualismos, além de visualizar a competição entre outros organismos que habitam o vegetal em questão.

*(GP-3) É que para mim, isso parece coevolução ... Porque se essas plantas possuem esse tecido (elaissosomo) e essas formigas usam o tecido dessas plantas para se alimentarem, elas coevoluíram, uma precisa da outra (senão as plantas não germinam e as formigas ficam sem os nutrientes para sobrevivência);*

*(GP-5) Eu penso que o elaissosomo é mesmo para atrair formigas ou polinizar, ou seja, essas plantas oferecem um produto melhor para atrair as formigas ...*

*(GP-7) Eu não concordo que seja coevolução ... porque para ser coevolução tem que ser para ambas as partes. Por exemplo: uma orquídea que tem o aparelho reprodutor feminino adaptado com relação a determinado tipo de borboleta ou mariposa para polinização. Tanto a mariposa quanto a orquídea tem que ter essa mesma característica em comum, tem que ter evoluído em conjunto ... No caso aqui do texto, partiu só da planta ... A planta, por alguma mutação produziu tecido (elaissosomo) e*

*aí, como as formigas se alimentavam daquilo, essa planta teve mais sucesso e foi selecionada ... mas não houve modificação nenhuma por parte da formiga para poder acompanhar esse elaisossomo. A formiga não sofreu nenhuma modificação. Por isso, não é uma co-evolução;*

O participante GP-7 expõe de maneira coerente sua concepção de coevolução, ao rebater a concepção senso comum da estudante GP-3. Dessa forma foi possível perceber que o conceito de coevolução não está claro para alguns desses estudantes. Em momento futuro foi discutindo um texto sobre este conceito..

A partir de determinado momento, a discussão caminha para a importância das interações e para a (re)elaborações do conceito de interação. Segue abaixo esses excertos:

*(GP-7) Eu poderia definir talvez a interação como duas coisas separadas (dois indivíduos ou ainda dependendo do nível focal), se interrelacionando de forma que possam ser enxergadas de um ângulo, como uma coisa só, ou sei lá, produzindo um efeito só. Por exemplo: uma relação de mutualismo, produzindo um efeito de benefício, ou predação, produzindo um efeito de malefício. A interrelação são duas coisas produzindo um resultado dessas duas coisas. É como, sei lá, uma soma em matemática. São dois fatores, produzindo um terceiro fator, diferente. Não necessariamente é do mesmo gênero, de mesma espécie. Talvez seja isso ... como você falou que não precisava restringir às interações ecológicas, eu tentei ser o mais geral possível;*

O estudante acima tentou construir um conceito de interação biológica o mais abstrato possível, que englobe todos os tipos de interação que conhece (como é possível observar nas últimas palavras e mesmo na fala seguinte que parte para outros níveis de interação), e neste caso ele entendeu que utilizar o raciocínio da matemática o ajudaria. Ele tentou construir um modelo matemático para explicar as interações.

Esse mesmo participante arrisca um exemplo de interação fora do ambiente externo do organismo:

*(GP-7) Por exemplo: na área da neurociência (eu tô começando agora ... também sou leigo), mas ... por exemplo: medicamento. Eu estou estudando dentro da neurociência, doenças neurológicas, provavelmente depressão: efeitos de medicamentos sobre os neurônios. Por exemplo: qual seria a interação química dos medicamentos*

*antidepressivos com substâncias químicas que nós já temos no nosso cérebro ou com os receptores? Aí seria a importância disso. Porque até hoje não se sabe direito como a maioria dos antidepressivos funcionam;*

*(GP-7) Abrindo de uma forma mais ampla o conceito de interação, o colega entrou na parte química, de interação de moléculas, de remédios (no caso). A meu ver, o meu conceito de interação se definia (em reuniões anteriores), a partir somente de organismos vivos. Eu não consigo ver, talvez eu tenha pouco conhecimento sobre isso ... Porque para mim interação é um provocando uma ação no outro. Quando eu tomo um remédio, eu desenvolvo uma reação, causada por esse medicamento, mas eu não efetuo uma ação no remédio (mas aí confundiu tudo minha cabeça ...). Até então, eu não conseguia enxergar nesse nível bem profundo sabe? Para mim a interação é só essa relação ... mas não química, entende?*

Nesse momento, fez-se uma intervenção e ressaltou-se:

*(P) Que bom! Parece que você já está conseguindo visualizar e ampliar, com essas discussões, suas concepções iniciais de interação ... ou seja, compreender que as interações não ocorrem somente no nível ecológico;*

*(GP-5) Assim, só para eu ilustrar o que você falou; eu li no jornal que pessoas com câncer que desenvolveram metástases, coincidentemente, um período antes tinha sofrido separação (afetiva), perda de um ente querido. Então, eu vejo isso como uma interação do organismo com as células. Talvez, se não fosse um estado emocional tão agudo, essas pessoas não teriam desenvolvido câncer;*

Nota-se nesses últimos fragmentos que, apesar de o estudante GP-7 manifestar uma concepção descontextualizada e demasiadamente ampla do que seja interação, quando ele expressa um exemplo dentro de uma área da ciência (a neurociência) que ele diz estudar, ele consegue elucidar, fora do ambiente externo do organismo, um exemplo de interação, ou seja: interação química entre um medicamento antidepressivo e a química cerebral interna. Esse exemplo despertou na estudante GP-2 um novo olhar acerca de suas concepções sobre as interações que, pelo que ela expressou, estava circunscrita à Ecologia. A participante GP-5, pelo que parece também tenta expandir suas concepções, ao associar o estado emocional fragilizado de algumas pessoas com o desenvolvimento de tumores malignos, atribuindo isso às possíveis interações entre células e organismo.

A síntese de significação das principais concepções expressas pelos participantes do GPEB acerca das interações são apresentadas no quadro 30.

Quadro 30. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>   |
|--|
| Expressaram concepção de interação no âmbito do ambiente externo do organismo ao associarem a relação de mutualismo a benefício.   |
| Manifestaram compreender interação fora do âmbito ecológico, ou seja: estabelecendo relações entre medicamentos antidepressivos e as substâncias químicas cerebrais (interação química entre moléculas). |
| Manifestaram compreender interação entre célula e organismo ao associarem um estado emocional fragilizado com o desenvolvimento de tumores malignos.   |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

#### 5.3.3.3 Análise da Discussão do texto 4

O texto “Que perguntas faz a ecologia?” foi escolhido, pois aborda vários conceitos ecológicos que estão direta ou indiretamente relacionados as interações ecológicas, como por exemplo: adaptação dos seres vivos ao ambiente; nicho ecológico; competição e predação; co-evolução, entre outros. O autor adverte no início do texto, ao falar da Ecologia, que essa ciência aborda as interações entre os organismos e seu ambiente vivo e não-vivo.

Segue alguns extratos das discussões do texto entre os participantes do grupo:

*(P) Vamos pensar em alguns dos exemplos apresentados pelo texto: de migração de aves, de hibernação de alguns mamíferos, de atividades noturnas de alguns animais ...Qual a relação entre esses exemplos e as interações desses organismos no meio ambiente que eles vivem?*

*(GP-10) Por exemplo: no caso das aves ... elas estavam em um ambiente muito frio e provavelmente os alimentos se tornaram mais raros. Como elas precisam nidificar, ela precisa também de alimento para ela e para os filhotes que vão nascer. Então elas vão para lugares mais quentes, que tem mais alimentos disponível e também como uma proteção para os filhotes ... Eu acho que as aves migram por causa do alimento;*

*(GP-3) Tem uma parte do texto que ele [o autor] fala da seleção R e da seleção K, né? Espécies R seriam aquelas que absorvem grande quantidade de alimento e se reproduzem cedo e com grande quantidade de descendentes. Nelas a evolução favorece a produtividade. Por exemplo; mosquitos que vivem em poças de água de terrenos descampados, eles se desenvolvem rapidamente em grande número. Já as*

*espécies que estão em seleção K, vivem num ambiente com escassez de alimento e, portanto, produzem poucos descendentes. Nelas a evolução favorece a competição. Por exemplo: outro mosquito que vive em água acumulada dentro das bromélias. Então: a seleção R funciona como freio para mudanças evolutivas e a seleção K considera espécies evoluídas ...*

*(P) Você consegue se explicar melhor por meio de um exemplo?*

*(GP-3) Por exemplo: eu pensei assim, no caso das gramíneas ... Nesse processo complexo, até chegar numa floresta, né? Ocorre interações, até chegar no clímax, né?*

*(P) Processo de sucessão?*

*(GP-3) Isso! Porque também envolve interação, né? Quando o processo de sucessão está no nível I (campestre), é o que aquele ambiente favorece para ele crescer. Então, as gramíneas têm aquele substrato, aquela quantidade de fatores bióticos e abióticos que permitem crescer sim. Conforme vai se modificando ... o ambiente vai se modificando e os organismos vão se modificando. Que vão se encampar e formar nichos, né? O nicho, na verdade é uma propriedade daquelas espécies. Um animal que vive num nicho, não necessariamente só vive naquele ... pode viver em outros, como é o caso da migração das aves ... numa época do ano elas estão num local mais frio, e na outra, num lugar mais quente ... para elas continuarem sobrevivendo, tal ...*

No fragmento da fala de GP-3, vê-se que este participante associa interação a outros conceitos ecológicos, como por exemplo: de sucessão ecológica, de fatores bióticos e abióticos, de influência mútua entre organismo e ambiente, de nicho ecológico, embora apresente uma argumentação um pouco confusa.

*(P) Vocês poderiam detalhar um pouco o(s) tipo(s) de interação(ões) que poderiam ocorrer num processo de sucessão ecológica, por exemplo? Quando eu falo de adaptação de seres vivos no ambiente, eu estou falando (implicitamente) de interação?*

*(GP-5) Eu acho que toda adaptação exige uma interação. Se o organismo vai se adaptar, ele vai ter que interagir com alguma coisa do ambiente;*

*(GP-7) Ele vai ter que se adaptar a algo.*

*(GP-2) Já tem um tipo de interação a própria adaptação desses organismos, né? Dá pra falar que é praticamente quase a mesma coisa ... Porque para o organismo estar adaptado, ele tem que interagir com o ambiente, e o ambiente interage com ele;*

Parece que os estudantes conseguem compreender que a adaptação dos organismos ao ambiente envolve processos de interação, embora não a pensem inseridos no tempo e na discussão de outros níveis de organização além do organismo.

*(P) Vamos pensar num exemplo que envolve o nicho de uma espécie. Quais interações poderíamos descrever com base no exemplo pensado?*

*(GP-5) O habitat de determinada espécie, eu acho que tem interação.*

*(GP-3) O exemplo que o autor dá: da ausência de pica-pau na floresta da Nova Guiné. Essa floresta tem estrutura geral e botânica semelhante às florestas de Bornéu e Sumatra (onde ocorre 28 das 29 espécies de pica-pau). Por que não tem pica-pau na floresta da Nova Guiné e tem nas florestas de Bornéu e Sumatra, que possuem estrutura geral e botânica semelhantes? Eu fiquei em dúvida ... Se é semelhante o habitat, por que tem espécie em uma floresta e não tem na outra?*

*(P) O que vocês pensam sobre isso? A dúvida da GP-3?*

*(GP-5) Talvez porque as espécies de pica-pau não conseguiram chegar até lá, devido a barreiras geográficas;*

*(GP-10) E às vezes também pode ser porque o pica-pau, apesar das florestas serem semelhantes, pode ser extremamente especialistas quanto à sua alimentação. Pode ser que o tipo de alimento que ele precisa só ocorra em uma das florestas;*

*(GP-7) Em relação a esse exemplo do pica-pau ... eu suponho que não seja um caso de interação alimentar ... por conta dos pica-paus terem uma abrangência de locais muito grande ... Mas talvez tenha algum fator limitante muito específico nessa região. Eu não saberia dizer qual ... Talvez não seja o geográfico ou alimentar. Talvez seja uma competição com uma outra espécie que não seja pica-pau desse lugar ... são suposições ...*

Nos fragmentos anteriores, os participantes tentam encontrar explicações para a dúvida colocada pelo estudante GP-3, com relação ao exemplo dos pica-paus que ela retirou do texto estudado. Esses estudantes atribuem a ausência dos pica-paus em uma das florestas a três fatores: barreira geográfica, hábito alimentar altamente especializado ou ainda, competição interespecífica. Eles construíram hipóteses explicativas para tentar compreender a ausência da espécie de pica-pau em uma das florestas.

E as discussões prosseguem:

*(GP-3) Eu acho que as interações é um fator interessante para uma espécie se estabelecer, porque a primeira interação que ela estabelece é para ela sobreviver. Para sobreviver ela precisa se alimentar. Para se alimentar ela precisa de um vegetal ou de outros organismo de alimento ...*

*(GP-5) Nós já citamos aqui o panda e aquele determinado arbusto que ele come. É um tipo de bambu. Eu vejo como uma interação (naquele nicho). Ele precisa daquele bambu para sobreviver.*

Nos dois excertos acima, os participantes GP-3 e GP-5 ressaltaram a importância das interações para a sobrevivência das espécies no ambiente, além disso, associaram essas interações à ideia de alimentação dessas espécies no ambiente em que vivem.

Nos fragmentos abaixo, o foco das discussões muda para o conceito de habitat e nicho ecológico:

*(GP-10) O habitat eu acho que é o espaço físico. O nicho, além do espaço físico, ele tem os fatores intra e interespecíficos ... Além das relações do indivíduo com os outros indivíduos da espécie (reprodução, interação entre eles), têm as relações dele com os indivíduos de outras espécies (seja planta ou animal);*

*(GP-7) Nicho, por definição, seria um conjunto de interações (alimentares, intra e interespecíficas).*

*(GP-10) A Profa. de Ecologia, explicou o nicho de forma bem didática ... em 3D. Uma delimitação redonda, cheia de conexões (uma rede emaranhada). Daí tudo aquilo (e dentro daquilo) era o nicho do animal;*

*(GP-3) O nicho seria a relação entre o organismo e o meio ...*

*(GP-10) Os fatores bióticos e abióticos. Todos os abióticos do ambiente (temperatura; solo; salinidade) e os fatores bióticos (as relações intra e interespecíficas). Ai tudo isso pode estar relacionado: produção, alimentação, predação ...*

*(GP-3) É a vida do animal ...*

*(GP-7) É o modo de vida dele praticamente ...*

*(GP-3) É o ciclo de vida dele ...*

Nota-se que os próprios estudantes tentam compreender, por meio das discussões, o conceito de nicho ecológico. Por ser um grupo heterogêneo no que diz respeito ao nível

acadêmico, ou seja, cada um frequenta um semestre diferente do curso de Ciências Biológicas, alguns deles já estudaram os conceitos ecológicos discutidos no texto (inclusive o conceito de habitat e nicho ecológico). Entretanto, outros estudantes, por não terem ainda cursado a disciplina de Ecologia, ainda não apresentam clareza de alguns desses conceitos (possivelmente suas concepções são aquelas do Ensino Médio). Dessa forma, percebe-se que, um estudante auxilia o outro nesse processo de compreensão de conceitos ecológicos.

Com base no estudo do texto 4, vários conceitos ecológicos importantes foram discutidos, tais como: tamanho das populações e estratégias reprodutivas; sucessão ecológica; adaptação; processo evolutivo dos seres vivos; interações entre os seres vivos; habitat e nicho ecológico. Isso pode possibilitar o estabelecimento de algumas relações entre esses conceitos e o conceito de interação ecológica, no sentido de auxiliar esses estudantes na (re)construção desse conceito.

Na sequência, muda novamente o foco das discussões, à medida que o estudo do texto avança:

*(P) Por que o autor destaca as interações de competição interespecífica e predação no texto (e não outras interações)?*

*(GP-10) Será que é devido ao controle de população? ... Porque no controle da população, para não ter populações com muitos indivíduos ou em extinção, elas são pontos chave para o controle da população ... Não sei se eu poderia dizer isso ... Por exemplo: aqui em Bauru é um cerrado, né? Tem uma ave que os saguis estão comendo muito os ovos dessa ave. Ela não está dando conta de ... ela está praticamente em extinção. É uma competição interespecífica e é predação.*

*(P) Por que será?*

*(GP-5) Porque tem uma superpopulação de saguis ...*

*(GP-10) Porque os saguis não têm predadores. Se eles tivessem, estariam controlando a população de saguis ...*

*(GP-5) Aqui né?*

*(GP-10) Aqui ... Porque os saguis (essa espécie daqui é um híbrido fértil) não são daqui. Está tudo interligado ... porque ele não tem predador, então tem uma superpopulação de saguis que preda os ovos das aves que estão se extinguindo ... Por serem generalistas, os saguis se adaptaram bem ... Daí ele passa a comer os ovos de outra ave ... E a ave por ser do ambiente do cerrado, ela não está conseguindo partir para outros locais ...*

*(GP-3) É coevolução?*

*(P) O que vocês pensam?*

*(GP-10) Eu não sei explicar muito bem ... mas o professor disse que uma hora a população de saguis vai ser controlada ... até a natureza se adaptar para controlar uma população de saguis, pode ser que ele já tenha causado um dano irreversível em outras populações ... Também chega uma hora que tem tão pouca ave que ela não vai mais ... que a genética dela fica muito fraca ... mais a natureza vai dar um jeito de controlar a população de saguis.*

Foi percebido que a participante (GP-3) estava com dificuldade na compreensão do conceito de coevolução. Ela já atribuiu esse conceito a vários exemplos citados durante as discussões anteriores. Assim, a pesquisadora conduz a discussão para que os próprios estudantes cheguem a uma compreensão por meio de seus próprios questionamentos.

*(P) Mas, o que tem de coevolutivo nesse exemplo do sagui e da ave?*

*(GP-7) Mas esse exemplo pode ser considerado uma evolução? Aí é que está?*

*(GP-3) Então, se essa população de sagui conseguiu se controlar, será que ela não pode controlar a população da ave? Porque agora se formou uma superpopulação de saguis. Às vezes uma consegue se adaptar a outra e conseguem viver juntas ... apesar de uma preda a outra ...*

*(GP-10) Por exemplo, se a ave conseguisse se adaptar em outro ambiente (fora do ambiente do cerrado) ...*

*(GP-5) E se introduzisse um predador do sagui?*

*(GP-10) Isso não dá certo! Porque daí você modifica muito o ambiente ...*

*(GP-5) Para controlar, deveria levar essa ave para outro ambiente ...*

*(GP-7) Na verdade, essa ideia de introdução quase nunca “dá certo” ... porque os ecossistemas têm uma complexidade muito grande. Quando você insere qualquer espécie que seja nele, ela vai interagir com os milhares de fatores presentes nesse ambiente. As interações são milhares de fatores de interações complexas e é impossível prever os resultados. Como aconteceu na Austrália, que eles introduziram coelhos, que viraram pragas, depois eles (os pesquisadores) produziram uma doença para acabar com os coelhos. Daí caiu a população de coelhos. Só que aí, surgiu uma linhagem resistente, voltou a ter superpopulação;*

*(GP-10) Eu não conheço exemplo de superpopulação que tenha dado certo ...*

*(P) Voltando a questão da coevolução ...*

*(GP-10) Se o ambiente conseguir controlar a população, o sagui vai se tornar parte daquele ambiente e vai começar a coevoluir com as espécies ali presentes.*

Ressalta-se que esses estudantes chegaram a uma solução construída por eles próprios, tendo como base o exemplo da superpopulação de saguis. Para tanto, empregam, mesmo que implicitamente, suas concepções de interação ecológica. Entende-se que alguns desses estudantes ainda não resolveram a questão da compreensão do conceito de coevolução, o qual terá que ser futuramente enfrentado.

O quadro 31 apresenta a síntese de significação das principais concepções expressas pelos participantes do GPEB acerca das interações.

Quadro 31. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>  |
|---|
| Expressaram compreender que as interações dos seres vivos em seu ambiente envolvem: adaptação, sucessão ecológica, fatores bióticos e abióticos, nicho ecológico. |
| Perceberam a importância das interações ecológicas para a sobrevivência dos seres vivos no ambiente.  |
| Associaram as interações ecológicas à alimentação dos organismos no ambiente em que estão inseridos.  |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

#### 5.3.3.4 Análise da Discussão do texto 5

O texto 5 intitulado “Análise biossemiótica voltada para sistemas ecológicos” foi estudado com os participantes do GPEB, principalmente sob o enfoque do conceito de nicho ecológico. Segue fragmentos das discussões:

*(GP-5) Eu achei que ficou claro para mim compreender o que é nicho ecológico porquê as autoras trazem exemplos de mais de um autor ... E daí tira a ideia que a gente traz de que o nicho é somente o habitat do animal;*

*(P) Então, se você tivesse que explicar nicho a partir de agora?*

*(GP-5) O nicho é a interação entre o organismo e o ambiente. O ambiente é tudo aquilo que envolve o organismo, um centro. Mas, para ter um nicho, precisa ter um centro que esteja em interação com todo o ambiente;*

*(GP-3) O centro seria o organismo ...*

*(GP-5) Então, isso que formaria o nicho, né?*

*(GP-2) Para mim, nicho é a relação do organismo com o ambiente que ele vive, Não só o ambiente como um fator isolado, mas o que ele (o organismo) também gera no ambiente (ph; temperatura; vários outros fatores). Não só o ambiente interferindo no organismo, mas o organismo também interferindo no ambiente;*

*(GP-5) Para entender nicho, a gente tem que entender a consequência da natureza dos próprios organismos;*

*(GP-10) Então, nicho não é só a função do organismo ...*

*(GP-5) Antes de ler esse texto, eu achava que nicho era o habitat, o que o organismo come, com qual espécie ele se reproduz ...*

*(GP-3) Eu confundia nicho com habitat. Mas eu nunca tinha pensado que nicho é o organismo no centro, interagindo, modificando ... Porque quando ele modifica, ele também está fazendo parte da função dele, né? Por exemplo, ele tem uma função principal naquele nicho, de controlar alguma coisa, ele modificando aquele ambiente ... Esse organismo também está desempenhando uma função, não é? E essas funções é que vão regular o nicho;*

Interessante notar que, alguns dos participantes assumem a confusão que faziam (antes da leitura do texto) entre o conceito de habitat e o de nicho ecológico. Isso evidencia que o estudo do referido texto contribuiu para que esses dois conceitos fossem elucidados para esses participantes.

E as discussões continuam:

*(GP-5) As autoras falam no texto que para estudar as interações ecológicas, a melhor coisa é estudar o nicho ecológico da espécie, né? O Lewontin também disse que o nicho é a interação entre o organismo e o ambiente. Então, precisa ter o organismo (no centro) para que tenha nicho;*

*(GP-2) Toda espécie tem um nicho, não é? É o papel que o organismo desempenha no ambiente;*

*(GP-5) Toda espécie que está inserida no ambiente, ela tem um nicho;*

*(GP-10) O nicho é feito das interações do organismo no ambiente ... São as interações do organismo com o ambiente e com outros organismos;*

*(GP-2) Nicho para mim, são as características particulares de um organismo. Mesmo que ele seja da mesma espécie. Então, em alguns casos, indivíduos da mesma espécie, não possuem o mesmo nicho;*

*(GP-5) Mas, o que os indivíduos da mesma espécie comem, está dentro nicho esperado da espécie;*

*(GP-2) Mas, cada um tem o seu específico. Cada um sobrevive melhor numa determinada temperatura, ph, região ...*

*(P) Então ... qual a relação do conceito de nicho com o conceito de interação?*

*(GP-2) Tudo ...*

*(P) Tudo o quê?*

*(GP-5) Para existir uma população ... uma comunidade, é preciso existir diferentes seres vivos que interagem ... O texto fala que a ferramenta mais importante para estudar as interações ecológicas é observar/estudar o nicho ecológico;*

*(P) Por quê?*

*(GP-5) Porque é através daquele organismo a gente vai observar qual parte do ambiente está interagindo com aquele determinado organismo e assim tem uma interação ecológica ... entre organismo e ambiente. Eu acho assim: a interação faz parte do nicho. Nem toda interação tem a ver com o nicho, mas, sempre que você falar de nicho, tem que ter uma interação ...*

*(GP-10) Concordo com a colega;*

*(GP-2) Porque o nicho é a relação do organismo com o ambiente no qual está inserido. O ambiente vai influenciar diretamente esse organismo. Ele vai definir o papel que o organismo desenvolve no ambiente;*

*(GP-5) O nicho é a interação do organismo com o ambiente. A interação está dentro do nicho ...*

Por meio desses últimos fragmentos dos depoimentos dos alunos foi possível observar que, ao compreenderem o conceito de nicho ecológico, esses estudantes conseguem estabelecer relações entre ele e o conceito de interação ecológica. Assim, para o estudante GP-5 nicho é a interação entre organismo e ambiente e, para o GP-10, o nicho é construído com base nas interações do organismo no ambiente.

E as discussões continuam:

(GP-2) *Eu acho a interação é uma relação positiva simplificada, porque ela pode envolver só duas coisas ... Por exemplo: um animal que se alimenta de um determinado fruto daquela árvore ... aí está ocorrendo uma interação (entre o animal e a árvore). Aquilo que acontece, faz parte do nicho das duas espécies ... Só que o nicho, não pode ser definido somente de acordo com essa relação. Ele vai envolver vários fatores ... eu vejo nicho como algo bem amplo, ou seja envolve todas as relações ... sejam elas quais forem;*

(GP-10) *Concordo que nicho é mais amplo. Que a interação é parte do nicho, ela está ocorrendo porque está no nicho;*

(GP-3) *Concordo com a colega ...*

(GP-2) *Por exemplo: quando eu falo da alimentação de um organismo, eu falo de uma parte do nicho dele. Para eu falar do nicho desse organismo, eu preciso falar de tudo dele ... o que favorece sua reprodução, qual a melhor temperatura para ele viver, o que ele precisa para sobreviver ... São vários fatores. Agora, interação eu posso falar num nível menor;*

(GP-3) *Então, quando eu falo de nicho eu estou falando das interações que ele faz com o ambiente e com outros organismos;*

(P) *Por exemplo?*

(GP-5) *A soma de todas as interações do organismo no ambiente é o papel desse organismo no ambiente ... Por exemplo, como nós já falamos do papel do sagui no cerrado de Bauru. O papel do organismo é o nicho do organismo no ambiente;*

Assim, o quadro 32 apresenta a síntese de significação das principais concepções de interação expressas pelos participantes do GPEB, após estudarem o texto 5:

Quadro 32. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>                                     |
|--|
| Diferenciaram o conceito de habitat do conceito de nicho ecológico.  |
| Expressaram associar o conceito de nicho ecológico ao conceito de interação ecológica.                     |
| Manifestaram compreensão que as interações ecológicas são constitutivas do nicho ecológico de uma espécie. |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

### 5.3.3.5 Análise da Discussão do texto 6

O texto aqui estudado intitula-se “O caramujo exótico invasor *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): situação atual”, que foi estudado para melhor compreender as interações ecológicas.

Em seguida serão expressos alguns fragmentos da discussão desse texto pelos participantes do GPEB:

*(GP-2) É um texto bem específico. Então, eu tive a impressão de ter entendido tudo ...*

*Porque nós estávamos estudando textos mais gerais, que suscitava dúvidas ...*

*(GP-5) Mas eu acho que tem coisas para discutir a partir dele. Fiquei pensando: porque será que esse caramujo se adapta com tanta facilidade? ... porque ele ocorre em tantas regiões brasileiras?*

*(P) Porque será que essa espécie tem uma alta adaptabilidade?*

*(GP-3) Os autores poderiam ter explorado muito as interações ... eu não percebi isso no texto. É uma espécie invasora, que está presente em vários lugares no Brasil ...;*

*(GP-5) Esse caramujo interage com o quê?*

*(GP-2) Eu também fiquei pensando. Quando os autores citam a distribuição desse caramujo no Brasil, eles não citaram porquê, como, de que forma, quais os fatores que facilitaram a dispersão dessa espécie para outros lugares, né?*

*(GP-2) Então, é um caramujo originalmente vindo da África (isso nos faz lembrar as savanas, na verdade ...). No Brasil, ele se instalou no sul e sudeste ... Então, os autores não definiram o nicho dessa espécie no texto ...;*

*(GP-3) O caramujo africano foi introduzido no Brasil para substituir o “escargô”, porque ele era mais barato e reprodutivo. Daí, perceberam que o paladar dele não era tão bom quanto o do “escargô”. E aí, ele não serviu para fins de alimentação e eles foram soltos aleatoriamente e ele virou uma praga;*

*(P) Vamos pensar: Porque será que essa espécie é altamente adaptável?*

*(GP-5) Porque ele consegue interagir com diferentes ambientes ...*

É a segunda vez que GP-5 manifesta essa preocupação, ou seja, porque essa espécie consegue se adaptar tão facilmente em ambientes tão diversos. Logo abaixo, ele próprio manifesta uma solução para esse seu questionamento.

*(GP-2) Eu acho que o limite de tolerância da espécie é alto. Não deve ser um animal tão específico;*

*(GP-5) Parece que aumentou em 50% a ocorrência desse molusco em dois anos. Penso eu que ele deve ter uma taxa muito alta de interação, de adaptação;*

É interessante notar que o participante GP-5 faz referência à “taxa de interação”. Assim, parece que está relacionando de maneira direta a ideia de taxa de interação com taxa de adaptação, ou seja, quanto mais interações o organismo desenvolve no meio em que vive, mais adaptado ele está nesse meio.

*(P) Quais outros tipos de interação os autores relacionam no texto? Vocês prestaram atenção nisso?*

*(GP-2) Ele [o caramujo] é um hospedeiro intermediário ... Os autores falam em transmissão de zoonoses (parasitismo) e citam a relação de competição dessa espécie com outra espécie de moluscos;*

*(P) Segundo os autores, a espécie é uma praga agrícola. Assim, daria para explorar a ação predatória dessa espécie;*

*(GP-2) Se eu fosse ler esse artigo em outro momento (ou com outro foco), eu não iria perceber as interações ecológicas presentes no texto;*

A fala manifestada pelo participante GP-2 é muito relevante porque evidencia que as discussões realizadas até o momento no GPEB estão colaborando para que esses estudantes fiquem atentos às questões das interações, ou seja, se preocupem em considerá-las.

*(GP-3) Os autores poderiam ter explorado a interação desse molusco invasor com a espécie nativa?*

*(GP-5) Os autores poderiam ter delimitado o que é interação ou como se constrói interação e procurado explicar porque esse caramujo se adapta a diferentes locais, através do conceito de interação;*

Enfatiza-se que o estudante acima (GP-5) manifestou compreender que o conceito de interação poderia ter sido explorado no texto estudado, no sentido de permitir elucidar as razões da espécie estudada (o caramujo invasor) ter tido uma distribuição tão eficaz aqui no Brasil.

*(GP-2) É! Se eles estivessem explicado o que ocorreu, o que facilitou, explicitassem essa interação do molusco no ambiente, facilitaria até voltar o texto para a saúde, mostrando as medidas preventivas ... Então, não sei se faz falta no texto explicitar o conceito de interação, mas a descrição da interação, das relações apresentadas no texto ...*

A participante acima (GP-5) expressou compreender a importância das interações desse molusco no ambiente como facilitadora das medidas preventivas contra essa espécie invasora, ou seja, o entendimento do conceito de interação com um valor heurístico importante.

Essa mesma participante (GP-5) continua:

*Agora, aquela proposta do Estado de São Paulo, sabe? ... Ela trabalha toda a interação ... Assim: do ser humano, o que ele causa no ambiente, o que é o hospedeiro, o que é o vetor da doença (bem superficial ... para a 5ª série). Essa nova proposta que eu estava lendo ... Até é legal Pesquisadora: analisar os conceitos de interação da Proposta Curricular do Estado de São Paulo ... eu tenho lá em casa ...*

*(P) Então, porque você não analisa esses conceitos de interação da proposta? Não era você quem no início do GPEB estava querendo um problema de pesquisa e não achava? ... Agora você achou! Pode ser esse!*

*(GP-2) Poxa! É verdade, né?! (risos)*

Muito interessante o “insight” do participante GP-2 com relação a um problema de pesquisa relacionado ao conceito de interação aqui estudado. Desde o início de sua participação no GPEB, vinha buscando um assunto para desenvolver uma iniciação científica. E surgiu ao no meio das discussões em grupo sobre o conceito de interação biológica.

O quadro 33 apresenta a síntese de significação das principais concepções de interação expressas pelos participantes do GPEB, após estudarem o texto 6:

Quadro 33. Síntese de significação.

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>   |
|--|
| Relacionaram as taxas de interação com as taxas de adaptação do organismo ao ambiente em que ele se encontra.  |
| Expressaram compreender a importância das interações como facilitadora das medidas preventivas contra uma espécie invasora (em termos de saúde pública). |
| Manifestaram “insight” de problema de pesquisa relacionado ao conceito de interação biológica.   |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Nesse momento das discussões em grupo foi solicitado aos estudantes que respondessem (por escrito) à seguinte questão: “Como você construiria uma definição de interação biológica?”.

A aplicação desse questionamento nessa fase das discussões se fez necessário, pois se percebeu que, à medida que essas discussões avançavam e esses estudantes tomavam consciência de que suas concepções acerca das interações eram insuficientes para explicar o conceito de interação biológica/ecológica, eles já não mais se manifestavam com tanta ênfase para externalizar suas concepções, como ocorria no início das reuniões do GPEB. Cinco (05) participantes responderam a essa pergunta.

Os depoimentos desses estudantes são:

*(GP-2) Acredito que não há uma definição, porém para tentar construí-la diria que se trata da relação entre dois seres vivos ou mais, ou então de um ser vivo com o meio. A interação biológica seria de que forma um ser vivo pode ou não exercer uma ação sobre outro, lembrando que para ocorrer interação há necessidade de haver mais que um objeto;*

*(GP-3) Interações biológicas – São relações que ocorrem entre os organismos, entre os organismos e o ambiente. Que permite a sobrevivência dos organismos e a manutenção do ambiente;*

*(GP-5) Acho difícil ainda definir um conceito sobre interação biológica, para mim seria tudo que está à volta de um organismo, ou seja, todos os fatores que de certa forma influenciam/interagem com o organismo;*

*(GP-6) Interação biológica é um conceito que pode se definir como uma rede interligada em relações de organismo-ambiente, no qual um é dependente do outro, sendo uma relação não estática;*

(GP-10) *As interações biológicas estão presentes em todos os níveis e todos os aspectos dentro da Biologia. Elas (as interações) fazem parte do ciclo de vida de plantas e animais, e são necessárias para manutenção da homeostase do ambiente.*

Analisando as manifestações acima, nota-se que os participantes GP-2, GP-3, GP-5 e GP-6, expressam concepções de interação biológica semelhantes, no sentido de estarem ainda muito restritas ao ambiente externo ao estabelecerem relações entre organismo e ambiente. Destaca-se que a participante GP-6, faz referência a rede, ou seja: “*uma rede interligada em relações de organismo-ambiente*”. Parece que esta ideia, mesmo associando as interações biológicas ao ambiente externo do organismo, não restringe as interações entre dois seres vivos, ou ainda, a um ser vivo com seu ambiente. Dessa forma, mesmo restrito ao ambiente externo, a ideia de rede parece ampliar a concepção expressa por essa estudante.

A participante GP-10, a princípio tentou expressar uma concepção mais plural de interação biológica, ao manifestar perceber as interações “*em todos os níveis e todos os aspectos da Biologia*”. Além disso, ao final de sua resposta, faz referência às interações do ambiente externo dos seres vivos, isto é, quando relaciona as interações aos ciclos de vida (de plantas e animais) e a necessária manutenção do equilíbrio do ambiente.

Assim, no quadro 34 são apresentadas a síntese de significação da concepção de interação biológica expressas por esses estudantes:

Quadro 34. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação biológica</b>                   |
|--|
| Expressaram concepção de interação biológica ao estabelecerem relações entre organismo e ambiente. |
| Manifestaram perceber as interações biológicas em todos os níveis biológicos.                      |
| Associaram as interações biológicas com a ideia de rede interligada entre organismo e ambiente.    |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

### 5.3.3.6 Análise da Discussão do texto 7

O texto 7 discutido nas reuniões do grupo é intitulado “Especificidade de hospedeiro: padrões ecológicos de insetos fitófagos em ecossistemas tropicais”.

Segue algumas expressões dos participantes do grupo ao discutirem o referido texto:

*(GP-10) Acho que esse foi o texto que eu mais gostei até agora ... Eu estou fazendo um trabalho novo de interação inseto-planta (comecei semana passada). Eu achei interessante esse texto ... veio bem agora ... Eu achei umas coisas que eu não tinha antes ...*

*(P) Em algum momento do texto os autores esclarecem o tipo de interação que eles estudaram?*

*(GP-10) Ela está subtendida ... os autores não definem o que é herbivoria. Também pode ser mutualismo ...*

*(GP-3) No caso da herbivoria ... é a base da cadeia alimentar ... então ela é uma interação básica mesmo. Se não tiver a herbivoria, os outros organismos não conseguem sobreviver (aqueles que se alimentam dos herbívoros);*

O participante GP-3 ressalta a herbivoria como interação básica dos seres vivos, por se tratar da base da cadeia alimentar.

E as manifestações dos estudantes continuam:

*(P) Que concepção de interação os autores trazem no texto?*

*(GP-3) Porque é na Ecologia (na escola, na faculdade) que a gente estuda as interações ... Interação só aparece na Ecologia, não aparece em nenhuma outra disciplina da Biologia ... Pode até aparecer, né? ... mas ... A gente estuda as interações em todas as disciplinas da Biologia, mas a gente não sabe enxergar ... Sabe que existe, mas como ... como é, não sabe;*

É interessante notar que, o estudante acima (GP-3), ao fazer uma reflexão sobre seu próprio processo formativo, ou seja, acerca de como o conceito de interação é abordado durante o Ensino Médio e o ensino de graduação – focado nas relações ecológicas –, detecta as limitações trazidas por essa abordagem.

*(GP-2) Eu tenho um conceito de interação ecológica que envolve vários níveis, entende? Quando os autores falam da relação inseto-planta, não é só isso que é interação ... Tem diversos outros fatores ambientais e sei lá, que estão relacionados a esse tipo de interação. Para mim, interação ecológica envolve todas as ... tudo;*

A expressão da estudante GP-2 indica uma tentativa de ampliar o conceito de interação para além do foco central da interação apresentada (inseto-planta), reconhecendo a presença de diferentes níveis nesta, o que pode indicar o início da inclusão dos níveis de organização na construção deste conceito.

Dessa forma, no quadro 35 serão apresentadas a síntese de significação da concepção de interação biológica expressas por esses estudantes após estudarem o texto 7.

Quadro 35. Síntese de significação.

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação biológica</b>   |
|--|
| Expressaram compreender as interações ecológicas para além da interação foco de análise, considerando os vários níveis de organização biológica.       |
| Ressaltam a herbivoria como a interação ecológica básica entre os seres vivos.   |
| Refletiram acerca do seu próprio processo formativo e detectam limitações na maneira de como o conceito de interação é abordado durante esse processo. |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Informa-se que o texto 8 intitulado “Coevolução”, não foi analisado pois, devido à um problema técnico na gravação, não foi possível ouvi-lo com nitidez.

#### 5.3.3.7 Análise da Discussão do texto 9

Esse último texto, “O conceito de interação na organização dos seres vivos” (2006), foi trabalhado no fechamento das discussões com o intuito de apresentar aos participantes do GPEB que o conceito de interação está presente em toda a Biologia e não apenas no domínio da Ecologia (como esses estudantes vêm concebendo até agora).

Segue alguns trechos expressos pelos participantes do grupo presentes a essa última reunião:

*(P) Com base na leitura do texto, como podemos compreender um ser vivo?*

*(GP3) Eu acho que as interações vão estar no próprio nível focal, no próprio nível superior e no próprio nível inferior. Existe interação entre organismo e nível focal superior e organismo e nível focal inferior. Por exemplo: no nível de organismo existe interação entre os organismos. Daí você tem uma comunidade agindo no nível superior, no caso do meio ambiente. No caso dos processos celulares, os próprios processos celulares (os genes estão interagindo para definir um fenótipo). Os níveis (superior e inferior) possuem relação um com o outro ... a própria teoria sintética da*

*evolução fala disso: que o meio ambiente influencia a expressão do genótipo, então todos os níveis (ambiente e gênico) conseguem se comunicar. Os próprios níveis influenciam os processos de interação;*

*(GP-10) Todos esses níveis interagem (ambiental e genético);*

O participante acima (GP-3) consegue expressar com clareza sua compreensão geral do texto. Parece que compreendeu que as interações ocorrem em todos os níveis organizacionais enfatizados pelo texto, ou seja: nível focal, no ambiente externo dos seres vivos e nível genético molecular. O GP-10 manifestou concordar que as os níveis ambiental e genético molecular interagem.

*(GP-5) Antigamente a gente achava que o que modificava era só o gene ... A interação desses organismos se modificavam com o auxílio do gene ... Eu diria assim: que seriam pequenas interações formando uma grande interação com o sistema, no sistema de interações;*

*(GP-10) É que quando a gente fala em interação a primeira coisa que a gente pensa é na Ecologia;*

*(GP-5) A primeira coisa que a gente pensa é em interação ecológica ...*

Parece que os estudantes GP-2, GP-10 e GP-5, expressam reforçar compreender as interações em outro nível que não seja o ambiente externo do organismo, ressaltando-se posteriormente relevância do grupo em conhecer outros tipos de interações;

Nesse momento, realizou-se uma intervenção:

*(P) Será que não seria pelo fato de que, é em Ecologia que estudamos as interações ecológicas?*

*(GP-5) Então, porque eu entendia interação em Ecologia ... Eu vim conhecer as diferentes interações aqui no grupo;*

O quadro 36 apresenta a síntese de significação expressas pelos participantes do grupo de pesquisa após leitura do texto 9:

Quadro 36. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>   |
|--|
| Compreenderam que as interações biológicas ocorrem entre os organismos, no ambiente externo do organismo e no ambiente interno do organismo (ou seja, no próprio organismo).                     |
| Expressaram compreender que as interações biológicas ocorrem também entre o ambiente externo e o ambiente interno do organismo e ainda, articulando o conceito à Teoria Sintética da Evolução.   |
| Manifestaram reforço à ideia de que exclusivamente estudam/conhecem as interações ecológicas. Entretanto, expressaram relevância na compreensão das interações nos diferentes níveis biológicos. |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

### 5.3.3.8 Análise do questionário final

Ao final das discussões em grupo foi aplicado o Questionário Final (Apêndice 3), sendo que cinco questões desse instrumento foram selecionadas para análise. A primeira questão selecionada a seguinte:

“Se você tivesse que categorizar o conceito de interação para o conhecimento biológico, que importância você lhe atribuiria?”

Importância central( ) Importância mediana( ) Pouca importância( ) Sem importância ( ) Justifique.

Informa-se ainda que, apenas quatro (04) participantes do GPEB responderam a esse questionário. Os resultados das manifestações desses estudantes acerca do questionamento indicam que todos atribuíram importância central ao conceito de interação, compreendendo sua amplitude e a centralidade para o conhecimento biológico. Considerando-se abaixo suas justificativas:

*(GP-2) Sabendo que há interação nos mais diversos níveis, e que para ocorrer basta dois organismos, ou também, não apenas organismos, mas qualquer relação estar presente, o conceito de interação torna-se essencial e central nos estudos;*

*(GP-3) Trata-se de um conceito chave na Biologia;*

*(GP-5) Sem dúvida, compreender o conceito de interação é fundamental para compreender todas as áreas da Biologia e entender que tudo se relaciona e se interage;*

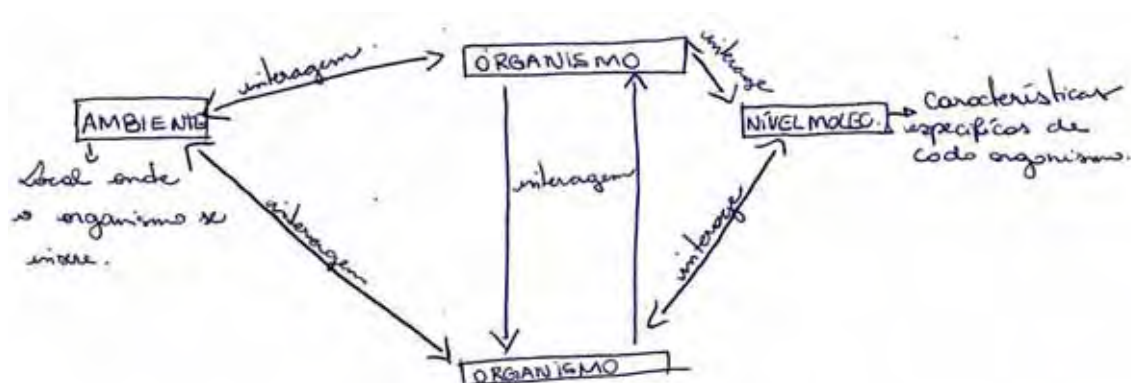
*(GP-10) O conceito de interação na Biologia pode ser usado como tema central, pois ele está presente em todas as disciplinas, podendo então ser usado como eixo norteador e de interdisciplinaridade;*

A outra questão desse questionário analisada foi a seguinte:

“Por meio de um mapa conceitual ou de um esquema explicativo, como você representaria sua definição de interação biológica?”

Seguem as respostas esquemáticas expressas por esses estudantes (figura 6 a 9):

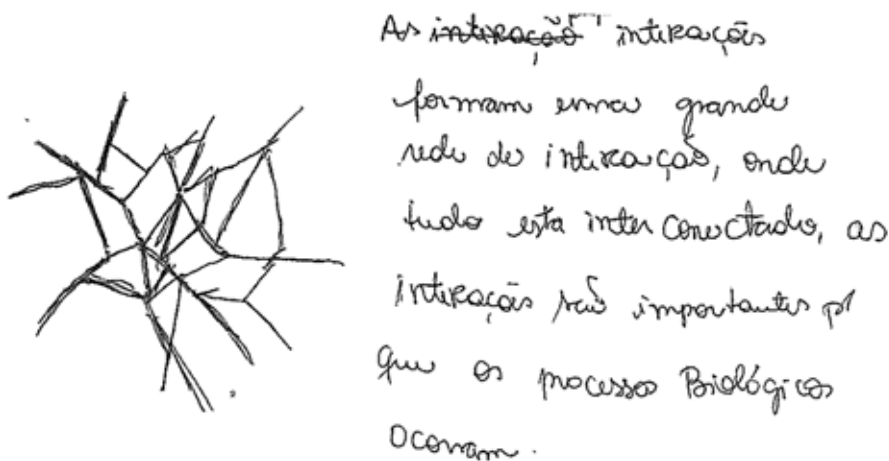
Figura 6. Esquema explicativo de GP-2 para a definição do conceito de interação biológica



Fonte: dados da pesquisa

A partir do esquema (figura 6) pode-se inferir que o sujeito GP-2 compreende que as interações biológicas estão presentes em alguns níveis biológicos (considerando a interação de um organismo com outro, na relação desse organismo com o ambiente em que ele vive e ainda que, essas interações fazem parte dos processos internos desse organismo (nível genético- molecular).

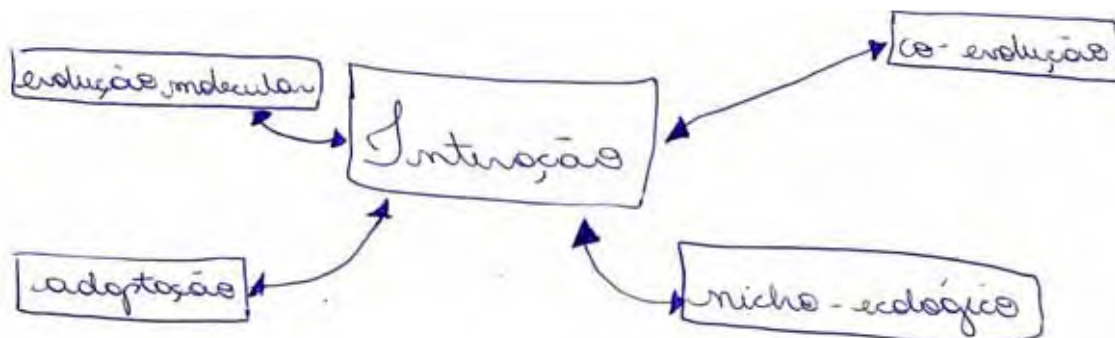
Figura 7. Esquema explicativo de GP-3 para a definição do conceito de interação biológica



Fonte: dados de pesquisa

O esquema do estudante GP-3 (figura 7) é trazido em forma de rede, em que, segundo ele: *as pequenas interações formam uma grande rede de interação, onde tudo está conectado, as interações são importantes para que os processos biológicos ocorram*. O estudante GP-3 manifestou compreensão do conceito de interação biológica ressaltando aspectos das interações ecológicas, porém, já considerando a evolução molecular.

Figura 8. Esquema explicativo de GP-5 para a definição do conceito de interação biológica

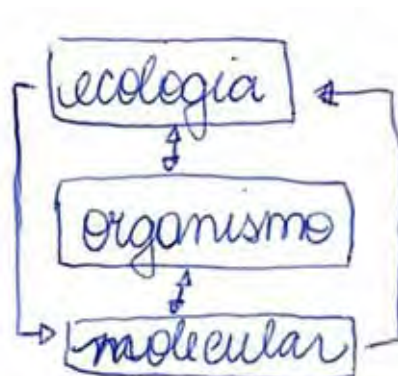


Fonte: dados de pesquisa

O estudante GP-5 (figura 8), expressou compreender as interações no âmbito ecológico e evolutivo (associando-as ao conceito de nicho, co-evolução, adaptação), e ainda, associou com o nível molecular (ressaltando a evolução molecular).

O estudante GP-10 manifestou relacionar as interações biológicas entre o organismo e seu ambiente externo (Ecologia) e interno (Molecular). As setas apresentadas também indicam interações entre esses dois níveis (figura 9).

Figura 9. Esquema explicativo de GP-10 para a definição do conceito de interação biológica



Fonte: dados de pesquisa

Percebe-se ainda que cada estudante se encontra em um processo de diferenciação muito próprio de (re)construção de sua concepção do conceito de interação biológica, sendo possível notar a nítida evolução dessas concepções ao longo das discussões em grupo.

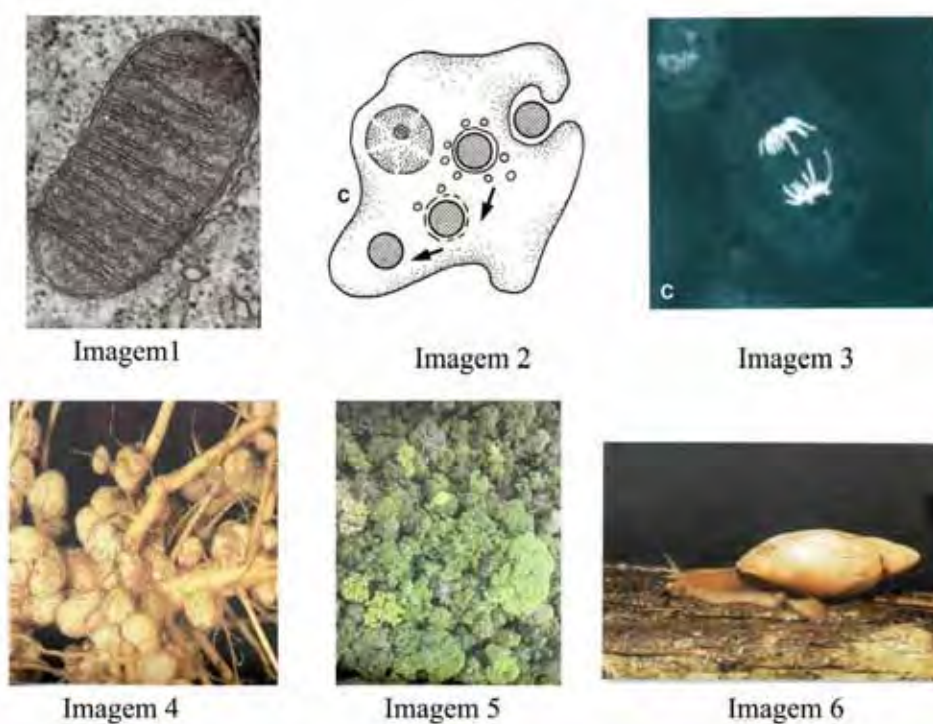
Outras questões analisadas foram feitas com base na apresentação de seis imagens representativas de interações biológicas (figura 10) aos participantes do grupo. Com base nessas imagens, duas questões foram respondidas por esses sujeitos de pesquisa.

Assim, a terceira questão considerada para essa análise final foi:

“Você observa a ocorrência de interação(ões) em qual(is) imagem(ns) acima?”

Seguem as manifestações dos estudantes sobre as imagens:

Figura 10. Imagens presentes na questão do questionário final



Fonte: Livro “A Economia da Natureza”, Robert E. Ricklefs, 5 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003 e livro “Biologia Celular e Molecular”, L. C. Junqueira e José Carneiro, 8 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

*(GP-2) Em todas as imagens;*

*(GP-3) Em todas as imagens, exceto na seis (6);*

*(GP-5) Em todas as figuras;*

*(GP-10) Posso observar interações em todas as imagens;*

Os participantes do grupo identificaram a ocorrência de interações nas imagens apresentadas, em todas elas, exceto GP-3 que não percebeu interação na figura 6. Identificação que foi descrita na quarta questão considerada nesta análise, sendo ela:

“Descreva as interações observadas por você em cada uma das imagens que selecionou.”

Seguem abaixo as manifestações dos sujeitos de pesquisa:

*(GP-2) A mitocôndria interagindo com a célula. O fagócito interagindo com a partícula. Os cromossomos interagindo entre si. As raízes que interagem com o solo para sobrevivência do organismo. A floresta onde há interações em todos os níveis. O inseto com seu substrato. Apesar das interações descritas serem específicas, todas elas interagem nesse nível e afetam os mais elevados níveis de interação;*

*(GP-3) 1-2-3 – Processos de interação celular. Necessitam de interações para que ocorra, por exemplo na figura 2: é preciso que ocorra uma série de processos de interações entre a célula e o corpo estranho para que ela seja fagocitada. 4 – Interações dos fungos com a raiz das plantas: importante para a sobrevivência de ambos. 5 – Ocorrem várias interações para sustentar uma floresta viva;*

*(GP-5) 01 – Interação das proteínas e canais responsáveis pela manutenção da organela; 02 – Interação entre as enzimas que fagocitam e a estrutura do “corpo estranho”; 03 – Interação entre as fibras do fuso e os movimentos das cromátides, mediados por sinais químicos; 04 – Interação entre fungos e bactérias na formação de micorrizas que interagem com metabolização de nitrogênio; 05 – Interação entre as diferentes espécies de árvores da floresta onde cada uma modifica o ambiente com interação; 06 – Interação entre a locomoção do caramujo e a interação com a superfície. Assim, como a interação molecular que produz o muco para locomoção;*

*(GP-10) As imagens 1,2 e 3 trazem interações moleculares, como a mitocôndria e suas funções no organismo, modificando-o; a 2 com alguma molécula sendo fagocitada pela célula e a 3 com as interações para formação de uma nova célula. Já, as interações 4,5 e 6 são macroscópicas, ou seja, ecológicas. A imagem 4 apresenta a relação da raiz com fungo; a 5 a floresta com as interações do meio biótico e abiótico e o 6 do organismo com o hábitat, onde as interações entre eles fazem modificações nos próprios.*

Pelas manifestações acima expressas, pode-se inferir que esses estudantes, após as discussões do GPEB, iniciam um processo de compreensão das interações biológicas para além do âmbito ecológico, ou seja, eles conseguem detectar essas interações em outros níveis biológicos, ou seja: nas organelas citoplasmáticas; nos processos de “alimentação celular” (fagocitose); nos processos de divisão celular (mitose e meiose). Esses resultados apontam para avanços epistemológicos em suas concepções iniciais acerca das interações biológicas, visto que, inicialmente, esses estudantes somente conseguiam considerar os processos interativos circunscritos ao campo da Ecologia.

Segue a quinta e última questão considerada para essa análise final:

“Aponte como a discussão sobre esses conceitos contribuíram para sua formação como professor”.

Seguem abaixo as manifestações desses estudantes:

*(GP-2) A partir da discussão dos conceitos pude relacioná-los a outros vários da Biologia. Essa interação entre eles levou-me a refletir e aprender que é necessário uma ligação entre as diversas áreas, que às vezes nos parecem tão isoladas;*

*(GP-3) Ampliando o modo de ver as interações, a interação pode ser abordada em vários assuntos da Biologia: Genética, Ecologia, Fisiologia, Zoologia;*

*(GP-5) Essas discussões contribuíram muito para a minha formação, pois antes de entrar para o grupo eu tinha uma outra visão de interação. Com as discussões, percebi que todos os organismos interagem, em qualquer nível. Assim, ficou mais fácil compreender outros assuntos e ensinar isso em sala de aula;*

*(GP-10) Antes do grupo de pesquisa eu usaria as interações biológicas dentro da Ecologia principalmente. Hoje, após o grupo, vou procurar demonstrar as interações em outros pontos da Biologia.*

Pelas respostas acima expressas pode-se perceber que as discussões no GPEB acerca do conceito de interação biológica foram importantes para que esses sujeitos pudessem rever suas pré-concepções acerca desse conceito. Além disso, contribuiu no sentido de fazer com que esses estudantes se preocupassem em como ensinar esse conceito ao exercerem a função de professores.

O quadro 37 apresenta a síntese de significação expressa acerca do conceito de interação, dos sujeitos participantes do GPEB, quando eles responderam as cinco questões (indicadas acima) do questionário final:

Quadro 37. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>  |
|---|
| Expressaram compreender a importância, a amplitude e a centralidade do conceito de interação biológica para o conhecimento biológico.   |
| Manifestaram nítida evolução do conceito de interação biológica ao longo das discussões em grupo.   |
| Compreenderam as interações biológicas para além do ambiente externo dos seres vivos, sinalizando avanços epistemológicos em suas concepções iniciais acerca das interações biológicas. |
| Demonstraram preocupação em como ensinar o conceito de interação biológica aos seus futuros estudantes.   |

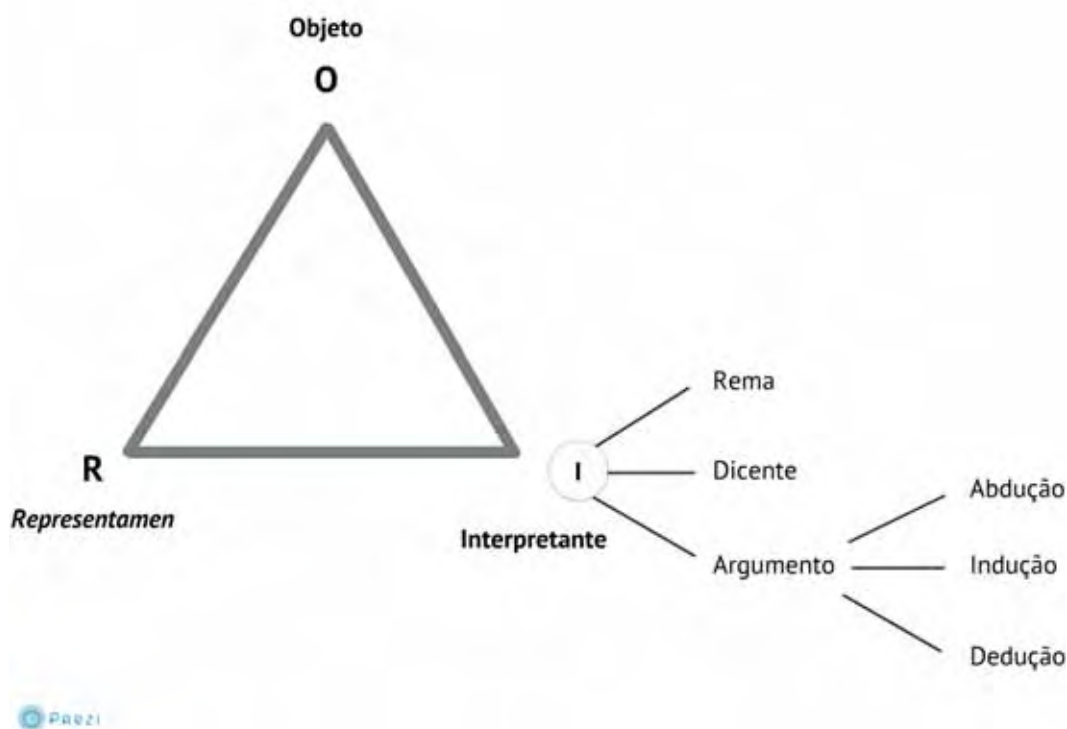
Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

## 6 ANÁLISE SEMIÓTICA DO PROCESSO DE (RE)CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA

Inicia-se nesse capítulo a análise semiótica dos resultados apresentados no capítulo anterior. Conforme o caminho semiótico aqui proposto (diagrama 1, abaixo representado), procurou-se verificar os interpretantes gerados pelos sujeitos dessa pesquisa, em relação ao conceito de interação biológica.

O diagrama semiótico abaixo representado (diagrama 5) elucida as categorias fenomenológicas (primeiridade, secundidade e terceiridade) combinadas com as tríades sígnicas: *representamen*, objeto e interpretante, das quais derivam outros correlatos.

Diagrama 5. Categorias de interpretantes analisadas



Fonte: A autora a partir de Peirce (2012)

Ressalta-se que, nesse estudo, optou-se por investigar acerca da classe dos interpretantes. Esta classe foi dividida por Peirce na série: Rema, Dicente e Argumento. Essa tricotomia (resultante da relação do *representamen/signo* com o interpretante) está relacionada à capacidade de interpretação dos sujeitos dessa pesquisa. Do Argumento (último

correlato do interpretante), resultam os raciocínios científicos: Abduativo, Indutivo e Dedutivo (no nível de primeiridade, secundidade e terceiridade, respectivamente).

Em síntese, Peirce estabeleceu dez tricotomias entre os signos, divididas (cada uma) em três categorias. Essas categorias e suas classes constitutivas foram abaixo elucidadas, isto é: (i) signo em si mesmo (quali/sin/legi-signo); (ii) relação do signo com o objeto dinâmico (ícone/índice/símbolo); (iii) relação do signo com o interpretante (rema/dicente/argumento); (iv) relação do signo com o raciocínio (abdução/indução/dedução).

Esquema 2. As dez classes de Signo, constituídas com base nas três tricotomias sgnicas

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| (I)<br>Remático<br>Icônico<br>Quali-signo | (V)<br>Remático<br>Icônico<br>Legi-signo     | (VIII)<br>Remático<br>Símbolo<br>Legi-signo  | (X)<br>Argumento<br>Simbólico<br>Legi-signo |
| (II)<br>Remático<br>Icônico<br>Sin-signo  | (VI)<br>Remático<br>Indicativo<br>Legi-signo | (IX)<br>Dicente<br>Símbolo<br>Legi-signo     |   |
|   | (III)<br>Remático<br>Indicativo<br>Sin-signo | (VII)<br>Dicente<br>Indicativo<br>Legi-signo |   |
|   | (IV)<br>Dicente<br>Indicativo<br>Sin-signo   |  |   |

Fonte: Peirce, 1975, p. 108.

Baseada nas séries de interpretantes descritas acima será analisada as formas de raciocínios possíveis de serem identificados dos sujeitos dessa pesquisa (acadêmicos do 1º e 4º anos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e participantes do GPEB).

Assim, de acordo com a terceira tricotomia, ou seja, da relação do signo com o interpretante, um Rema pode ser compreendido como:

Um Rema é um Signo que, para seu interpretante, é um Signo de Possibilidade qualitativa, ou seja, entendido como representando tal e tal espécie de Objeto possível. Todo Rema fornecerá, talvez, alguma informação; mas não é interpretado como destinado a fazê-lo (PEIRCE, 1972, p. 102).

Peirce define Dicente como sendo:

Um Dicente é um Signo que, para seu Interpretante, é um Signo de existência concreta. Não pode, conseqüentemente, ser um Ícone, porque esse não fornece base para sua interpretação, como referindo-se a uma existência concreta. Um Dicsigno envolve, como parte dele e

necessariamente um Rema, para descrever o fato que se entende que indique. Trata-se, porém, de uma peculiar espécie de Rema; e embora seja essencial para o Dicisigno, de nenhuma forma o constitui (PEIRCE, 1972, p. 102).

Finalmente, para Peirce, Argumento se refere a:

Um Argumento é um Signo que, para seu Interpretante, é Signo de lei. [...] Um argumento é um Signo que se entende representar seu Objeto em seu caráter de Signo (PEIRCE, 1972, p. 103).

Segundo Peirce (1972) a relação do signo com o argumento (raciocínio) pode ser ainda subdividido em três tipos: a abdução (primeiridade: formulação de hipóteses); a indução (secundidade: processo de investigação) e a dedução (terceiridade: campo da abstração, do raciocínio diagramático).

Segue abaixo aquilo que, segundo Peirce, se refere à abdução, à indução e à dedução, respectivamente:

Uma *Abdução* é um método de elaborar previsão geral sem qualquer garantia positiva de que ela se concretizará [...]. Uma *Indução* é um método de elaborar Símbolos Dicientes relativos a uma questão específica, método que o Interpretante não sustenta conduzir na maioria dos casos, e ao longo da experiência, de premissas verdadeiras a resultados aproximadamente verdadeiros, mas sustenta que se se insistir em tal método, ele, a longo prazo, desvelará a verdade ou conduzirá a uma contínua aproximação da verdade, no que concerne a qualquer problema. [...]. Uma *Dedução* é um argumento cujo Interpretante o vê como pertencente a uma classe geral de argumentos possíveis, precisamente análogos, tais que, a longo alcance, a maior parte daqueles cujas premissas são verdadeiras terão conclusões verdadeiras. Deduções podem ser Necessárias ou Prováveis [...] (PEIRCE, 1972, p. 111-112).

Os termos Abdução, Indução e Dedução serão utilizados como categorias de análise no processo de (re)construção do conceito de interação biológica pelos sujeitos dessa pesquisa, considerando que, segundo Peirce, o pensamento amplia-se no interior da experiência e volta a ela.

De acordo com Caldeira (2005),

A experiência é o próprio processo de aprendizagem, na medida em que alimenta os pensamentos com a possibilidade de enfrentamento do real, estabelecendo relações de geração de interpretantes: selecionando-os e tornando as ideias claras. O pensar lógico é, assim, uma habilidade que estabelecida vai se complexificando no decorrer de contínuas experiências de aprendizagens frutíferas. Essa habilidade não pode ser negligenciada na formação de nossos alunos. Enfim, o elemento da lógica deve ser um dos componentes que embasa as escolhas que a sociedade nos impõem constantemente (CALDEIRA, 2005, p. 57).

Ressalta-se ainda que a relação com o objeto é a concretização da semiótica. Dessa forma, o signo representa o objeto e será genuíno se ele for capaz de representar ou concretizar o objeto em todas as suas dimensões/possibilidades. O signo será degenerado, caso não possa satisfazer essa representação.

Com base no contexto acima, serão inicialmente apresentados e analisados semioticamente os quadros contendo a síntese das principais ideias expressas pelos sujeitos dessa pesquisa (acadêmicos do 1º ano, 4º ano e GPEB) durante visita ao ambiente natural e fora do ambiente natural. Posteriormente, serão apresentadas e analisadas as sínteses de significação manifestadas pelos participantes do GPEB, com base nos textos estudados nas discussões em grupo. Essas últimas análises semióticas permitirão demonstrar de maneira mais evidente, as fases do raciocínio científico (abdução, indução e dedução) desses estudantes.

#### 6.1 ANÁLISE SEMIÓTICA DA SÍNTESE DAS PRINCIPAIS IDEIAS EXPRESSAS PELOS ESTUDANTES DO 1º ANO DURANTE VISITA AO AMBIENTE NATURAL

O quadro 38 apresenta a síntese das principais ideias desses estudantes, considerando as categorias de percepção, significação e ressignificação.

Quadro 38. Síntese das principais ideias expressas

|                        | <b>Sínteses expressas obtidas da visita a campo</b>  | <b>Interpretantes</b> |
|------------------------|--|-----------------------|
| <b>Percepção</b>       | Expressaram percepções por meio da identificação de plantas e animais, além de líquens, fungos e musgos.   | Remático              |
| <b>Significação</b>    | Estabeleceram relações acerca das interações observadas e o modo de vida dos seres vivos nelas envolvidos. | Dicente               |
| <b>Ressignificação</b> | Não expressaram conceitualização acerca das interações ecológicas observadas no ambiente visitado.         | Não gerado            |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Valendo-se do quadro acima e com a finalidade de examinar quais os interpretantes gerados por esses estudantes, pode-se identificar o interpretante imediato, quando esses estudantes expressaram suas percepções por meio da identificação de plantas e animais, além de líquens, fungos e musgos, ou seja, manifestaram possibilidades de significar.

O interpretante dinâmico foi identificado quando esses estudantes significaram as interações ecológicas percebidas ao estabelecerem relações acerca das interações observadas e o modo de vida dos seres vivos nelas envolvidos.

O interpretante final não foi identificado nas manifestações desses estudantes porque estes não expressaram sínteses lógicas acerca das interações ecológicas observadas no ambiente natural visitado.

Ao refletir acerca da análise semiótica acima explicitada, verifica-se que esses estudantes se encontram em processo de semiose (no que diz respeito ao conceito aqui estudado), pois no momento da visita ao ambiente natural, geraram o interpretante imediato e dinâmico e não geraram o interpretante final (argumento). Entretanto, pode-se inferir que a visita suscitou nesses estudantes um processo semiótico de identificação e estabelecimento de relações acerca das interações ecológicas (com base na experiência), processo esse, sempre dinâmico.

### **6.1.1 Análise Semiótica da Síntese das Principais Ideias Expressas pelos Estudantes do 1º Ano fora do Ambiente Natural**

O quadro 39 sintetiza as categorias de percepção, significação e ressignificação considerando as principais ideias manifestadas pelos acadêmicos do 1º ano na interpretação das imagens apresentadas no questionário.

Quadro 39. Síntese das expressões.

|                        | <b>Sínteses expressas obtidas das imagens representadas</b>                                | <b>Interpretantes</b> |
|------------------------|--|-----------------------|
| <b>Percepção</b>       | Perceberam as interações ecológicas.   | Remático              |
| <b>Significação</b>    | Estabeleceram relações entre as imagens apresentadas e as interações ecológicas estudadas. | Dicente               |
| <b>Ressignificação</b> | Conceitualizaram interação biológica circunscrito ao ambiente externo do organismo.        | Argumento             |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato. 2012.

Baseado no quadro acima, a análise semiótica dos interpretantes gerados por esses acadêmicos permitiu identificar o interpretante remático quando esses estudantes perceberam nas imagens representadas as interações ecológicas.

O interpretante dicente foi gerado quando esses sujeitos significaram as imagens apresentadas com as interações ecológicas estudadas por eles.

O argumento foi identificado quando esses estudantes decodificaram de maneira mais elaborada as interações biológicas, porém, limitando-as ao ambiente externo do organismo.

A reflexão acerca da análise semiótica acima permite inferir que esses estudantes expressaram um signo genuíno, ou seja, composto pelos três interpretantes (imediato, dinâmico e o final), quando a eles foram representadas as imagens das interações ecológicas.

Ao comparar a diferença de resultados nos dois processos, ou seja, a percepção das interações ecológicas no ambiente natural e fora dele, pode-se inferir que o processo de semiose gerado por esses interpretantes pode estar relacionado ao fato de esses estudantes, recém egressos do Ensino Médio, não terem o hábito de visitar os ambientes naturais como atividade de aprendizagem das interações ecológicas.

Segundo Caldeira (2005), para Peirce, a percepção é a principal entrada do conhecimento na mente de quem interpreta, ou seja, é na percepção que reside toda a potencialidade geradora de interpretantes, sendo que esta é originada com base em pensamentos, ações, emoções e processos comunicativos em que os sujeitos estão inseridos.

Assim, acredita-se que a visita ao ambiente natural possibilitou a esses acadêmicos entrarem em processo de semiose acerca dessas interações. Nesta perspectiva, como professores de Biologia, podemos refletir sobre a necessidade de explorar atividades como a proposta nesta investigação, ou seja, visita ao ambiente natural, a fim de propiciar aos estudantes perceberem e, conseqüentemente, conhecerem as interações ecológicas no próprio ambiente em que estas ocorrem, pois, de acordo com Peirce, não há separação entre percepção e conhecimento. Este último somente se constitui pelo caminho perceptivo.

No que se refere ao segundo processo, ou seja, à representação das imagens de interações, as quais geraram um signo completo na mente desses estudantes, pode estar relacionado à maneira como as interações ecológicas são abordadas no Ensino Médio, isto é, com base em representações dessas interações trazidas principalmente pelo Livro Didático. Nesse sentido, esses estudantes não demonstraram dificuldade em representar essas interações segundo as imagens a eles apresentadas.

Enfatiza-se aqui, que o professor deve trabalhar para que os estudantes atinjam o maior nível de representações possíveis. Entretanto, têm conteúdos biológicos, como por exemplo, as interações ecológicas, que são possíveis de experienciar o fenômeno da forma mais real possível, por meio de visitas ao ambiente natural. Somente quando o conteúdo trabalhado não permite se experienciar, deve-se partir das representações.

Em síntese, pode-se supor que esses estudantes geraram um signo completo acerca das interações ecológicas representadas, pelo fato de já terem experienciado o emprego desse tipo de representação no ensino e na aprendizagem dessas interações.

## 6.2 ANÁLISE SEMIÓTICA DA SÍNTESE DAS PRINCIPAIS IDEIAS EXPRESSAS PELOS ESTUDANTES DO 4º ANO DURANTE VISITA AO AMBIENTE NATURAL

O quadro 40 traz as categorias de percepção, significação e ressignificação das manifestações das percepções iniciais dos acadêmicos do 4º ano durante visita ao ambiente natural.

Quadro 40. Síntese das expressões.

| <b>Categorias</b>      | <b>Sínteses expressas baseadas na visita a campo</b>  | <b>Interpretantes</b> |
|------------------------|---|-----------------------|
| <b>Percepção</b>       | Expressaram percepções por meio da emissão de frases exclamativas e interrogativas.   | Remático              |
| <b>Significação</b>    | Não estabeleceram relações acerca das interações ecológicas percebidas (ou seja, ressignificaram diretamente essas interações).   | Não gerado            |
| <b>Ressignificação</b> | Conceitualizaram prontamente as interações ecológicas percebidas no ambiente natural (além de atribuir à essas interações classificações de benefício ou não às espécies envolvidas). | Argumento             |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Com base no quadro acima, a análise sígnica dos interpretantes suscitados pelos estudantes do 4º ano possibilitou identificar o Rema, quando esses acadêmicos expressaram percepções durante a visita ao ambiente natural, por meio de frases exclamativas e interrogativas.

Não foi identificado o interpretante no nível de secundidade, ou seja, Dicente, pois esses estudantes não expressaram decodificar as interações ecológicas presentes no ambiente visitado.

Na relação do signo estudado (o conceito de interação biológica) com os interpretantes finais, os sujeitos em questão expressaram versões prontas, conceitualizando as relações ecológicas percebidas no ambiente natural visitado. Além disso, esses acadêmicos classificaram essas interações como benéficas ou não benéficas, atingindo o nível do Argumento.

Com base na análise semiótica acima, nota-se que os acadêmicos do último ano do curso de Ciências Biológicas geraram um signo degenerado acerca do conceito aqui estudado. O nível Dicente não foi suscitado, pois esses estudantes não entraram em confronto com o objeto em estudo, ou seja, as interações ecológicas, não estabelecendo relações entre essas interações e suas concepções acerca delas. Baseado nisso, pode-se inferir que esses estudantes

memorizaram as interações ecológicas, ao estudarem esse conteúdo na disciplina de Ecologia, pois geraram o interpretante final (Argumento).

### 6.2.1 Análise Semiótica da Síntese das Principais Ideias Expressas pelos Estudantes do 4º Ano Fora do Ambiente Natural

O quadro 41 apresenta a síntese das principais ideias expressas quanto às representações do conceito de interação biológica pelos acadêmicos do 4º ano em relação às suas percepções, significações e ressignificações.

Quadro 41. Síntese das principais expressões.

| <b>Categorias</b>      | <b>Sínteses das representações do conceito de interação</b>   | <b>Interpretantes</b> |
|------------------------|---|-----------------------|
| <b>Percepção</b>       | Não expressaram o perceber nas imagens representadas.   | Não gerado            |
| <b>Significação</b>    | A maioria dos estudantes não expressou significação entre as imagens apresentadas e suas representações acerca das interações ecológicas, sendo que as ressignificaram de maneira direta. | Não gerado            |
| <b>Ressignificação</b> | Compreendem as interações biológicas circunscritas apenas ao ambiente externo dos seres vivos.  | Argumento             |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Ao analisar semioticamente este quadro sintético, foi possível notar que o interpretante imediato e o dinâmico não foram demonstrados por esses estudantes.

Assim, o nível Remático não foi gerado, pois esses estudantes não identificaram nas imagens representadas as interações ecológicas (focaram principalmente nos elementos externos do ambiente das imagens). O nível Dicente também não foi demonstrado, pois eles não estabeleceram relações entre as imagens apresentadas e suas concepções acerca dessas interações.

O interpretante produzido por esses estudantes permitiu identificar diretamente o final, ou seja, o Argumento (no nível de terceiridade). Assim, o signo gerado por esses estudantes acerca do conceito de interação foi novamente degenerado. Com isso sugere-se que esses estudantes, além de não se atentarem para a percepção/identificação e significação dessas interações, memorizaram de forma mecânica esse conteúdo ecológico.

Interessante notar que nos dois processos, ou seja, percepções das interações ecológicas no ambiente natural e fora dele, esses estudantes geraram signos degenerados acerca dessas interações. Uma possível explicação para esse resultado é que esses estudantes

memorizaram de forma mecânica essas interações e não as compreenderam de fato, externalizando-as automaticamente quando a eles foi solicitado a interpretação da imagem.

Ao estabelecer comparações entre os dois processos em que os estudantes do 1º e 4º anos foram submetidos, ou seja, percepção das interações ecológicas no ambiente natural e fora dele, observa-se que os estudantes do 1º ano (egressos do Ensino Médio) expressaram resultados satisfatórios, pois geraram processo semiótico e signo genuíno (respectivamente aos dois processos). Já, os resultados dos estudantes do 4º ano, não foram tão satisfatórios assim, pois suscitaram signos não genuínos nos dois processos, indicando a memorização de conceitos biológicos e não um processo consistente de conceitualizações.

Com base nesses resultados é possível destacar a necessidade de formação de conceitos científicos nos vários níveis de ensino. A metodologia de perceber/relacionar/conhecer (CALDEIRA, 2005; 2007), pode subsidiar propostas de ensino, em que os conteúdos biológicos possíveis de serem trabalhados em ambiente natural possam ser explorados potencialmente nesses ambientes.

Nessa perspectiva, busca-se enfatizar o papel da experiência nos contextos de ensino e aprendizagem de Biologia, já que para Peirce (em concordância com Dewey e William James), a inteligência humana se refere ao conhecimento originado da experiência. Assim, Caldeira (2007, p. 231) descreve o caminho que gera os interpretantes:

- (i) O observador parte de percepções sincréticas sensoriais que lhe desertam o objeto de análise sem estabelecer vínculos com os possíveis conflitos com o real; (ii) em contato com o real e com os conflitos gerados por ele, busca, nas percepções indiciais, elementos que lhe permita relacionar os dados “difusos” obtidos na etapa posterior aos elementos agora engendrados a fim de investigar as possíveis alternativas para resolvê-los; (iii) por último, elabora hipóteses abertas para desvelar o Objeto pesquisado tendo em mente alcançar um interpretante formal que lhe garanta uma possível explicação (grifo da autora).

Assim, retomando o diagrama geral dessa investigação (diagrama 1), cujos elementos iniciais são percepção, significação e ressignificação, pode-se imaginar um movimento (em espiral) que vai da Potencialidade à Conceitualização, passando pelo Confronto, num processo de semiose dinâmico, que gera interpretantes continuamente. Segundo Caldeira (2007, p. 233-234):

A experiência é o próprio processo de aprendizagem, na medida em que alimenta os pensamentos com a possibilidade de enfrentamento do real, estabelecendo relações e geração de interpretantes: selecionado-os e tornando as ideias claras. O pensar lógico é, assim, uma habilidade que estabelecida vai se complexando no decorrer de continuas experiências de aprendizagem frutíferas. Essa habilidade não pode ser negligenciada na formação de nossos alunos. Enfim, o elemento da lógica deve ser um dos

componentes que embasa as escolhas que a sociedade nos impõem constantemente.

Em síntese, a formação de conceitos biológicos em que a relação perceber/estabelecer relações/construir significados, com base nos conteúdos que possibilitem explorar os ambientes naturais, deve ser indispensável para um ensino de Biologia mais prazeroso e fecundo para os estudantes.

### 6.3 ANÁLISE SEMIÓTICA DA SÍNTESE DAS PRINCIPAIS IDEIAS EXPRESSAS PELOS ESTUDANTES DO GPEB DURANTE VISITA AO AMBIENTE NATURAL

O quadro 42 sintetiza as percepções iniciais expressas pelos participantes do GPEB durante a visita ao ambiente natural, com base nas categorias de percepção, significação e ressignificação.

Quadro 42. Síntese das principais ideias expressas.

|                        | <b>Sínteses expressas baseadas na visita a campo</b>   | <b>Interpretantes</b> |
|------------------------|--|-----------------------|
| <b>Percepção</b>       | Expressaram suas percepções por meio da emissão de frases interrogativas acerca das relações percebidas entre os seres vivos durante a visita ao ambiente natural. | Remático              |
| <b>Significação</b>    | Manifestaram o estabelecimento de relações entre os fatores bióticos e abióticos desse ambiente.   | Dicente               |
| <b>Ressignificação</b> | Não foram detectadas categorias de ressignificação.  | Não gerado            |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Pela análise semiótica deste quadro foi possível constatar que os interpretantes gerados pelos sujeitos participantes do grupo de pesquisa foram: o Rema (interpretante imediato), gerado quando esses sujeitos expressaram suas percepções do ambiente natural visitado, por meio da emissão de frases interrogativas acerca das relações percebidas entre os seres vivos ali presentes. O Dicente (interpretante dinâmico) foi determinado quando os estudantes significaram as relações ecológicas presentes no ambiente, evidenciando os fatores bióticos e abióticos desse ambiente.

O Argumento (interpretante final) não foi demonstrado por esses acadêmicos quando visitaram o ambiente natural em questão.

Em vista disso, pode-se inferir que esses estudantes expressaram um processo de semiose, ou seja, geraram os dois primeiros níveis de interpretantes (remático e dicente, respectivamente), e não geraram o interpretante final (argumento).

Sabe-se que, mesmo no Ensino Superior, os estudantes são pouco estimulados a perceberem os fenômenos biológicos possíveis de serem estudados no ambiente natural (como é o caso das interações ecológicas). No entanto, com base nos resultados aqui obtidos, sustenta-se a importância da visita ao ambiente natural na geração do processo semiótico desses estudantes (no nível de percepção e significação) em relação às interações ecológicas.

Assim, segundo Peirce, é na percepção (por meio da apresentação de um ambiente natural) que reside toda a potencialidade para a entrada do conhecimento na mente dos que interpretam e ainda, que este é oriundo da experiência do sujeito mediata de mundo, tendo como base outros conhecimentos adquiridos, num processo dinâmico e contínuo.

### 6.3.1 Análise Semiótica da Síntese das Principais Ideias Expressas pelos Estudantes do GPEB Fora do Ambiente Natural

O quadro 43 sintetiza nas categorias de percepção, significação e ressignificação as ideias expressas pelos participantes do GPEB com base em suas representações do conceito de interação.

Quadro 43. Síntese das principais ideias expressas.

|                        | <b>Sínteses expressas fora do ambiente natural</b>  | <b>Interpretantes</b> |
|------------------------|---|-----------------------|
| <b>Percepção</b>       | A maioria dos sujeitos expressou percepções das interações ecológicas representadas por meio da identificação de interações entre os organismos e o ambiente.                                   | Remático              |
| <b>Significação</b>    | A maioria expressou significar as interações ecológicas representadas nas imagens por meio do estabelecimento de relações entre essas interações e seus conhecimentos acerca dessas interações. | Dicente               |
| <b>Ressignificação</b> | A maioria compreendeu as interações biológicas circunscritas ao ambiente externo dos organismos.  | Argumento             |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

A teoria sîgnica permite analisar que os interpretantes gerados pelos participantes do GPEB fora do ambiente natural foram de primeiridade, secundidade e terceiridade. Assim, o Rema foi gerado quando esses sujeitos expressaram identificar as interações ecológicas representadas nas imagens a eles apresentadas.

O Dicente foi suscitado quando esses sujeitos decodificaram as interações ecológicas representadas nas imagens.

O Argumento foi gerado quando os participantes do grupo de pesquisa realizaram uma síntese lógica das interações biológicas, ainda que restritas ao ambiente externo dos seres vivos.

Com base na análise acima é possível inferir que esses sujeitos expressaram um signo genuíno acerca da compreensão das interações ecológicas fora do ambiente natural, ao gerarem os três níveis de interpretantes: o rema, o dicente e o argumento.

Esse resultado pode ser explicado pelo fato desses estudantes, mesmo no Ensino Superior, estudarem as interações ecológicas por meio de suas representações.

Assim, pelas imagens representativas das interações ecológicas possivelmente já conhecidas desses estudantes por meio dos livros acadêmicos de Ecologia, eles não tiveram dificuldades em gerar um signo completo acerca dessas interações.

### **6.3.2 Análise Semiótica da Síntese das Principais Ideias Expressas pelos Estudantes do GPEB Durante os Textos Estudados nas Discussões em Grupo**

Abaixo serão apresentados e analisados semioticamente os quadros que contém a síntese de significação das principais concepções expressas pelos participantes do GPEB acerca das interações biológicas, quando eles estudaram os textos (2; 3; 4; 5; 6; 7; e 9) nas discussões em grupo, a fim de (re)construir o conceito de interação biológica.

As análises semióticas realizadas permitiram demonstrar de maneira mais evidente, as fases do raciocínio científico (abdução, indução e dedução) desses estudantes.

#### **6.3.2.1 Análise semiótica da discussão do texto 2**

A síntese de significação das principais concepções expressas pelos participantes do GPEB acerca das interações biológicas, discutidas com base no texto 2 é apresentada no quadro 44.

Quadro 44. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>  | <b>Interpretantes</b> |
|---|-----------------------|
| Expressaram interação como troca (boa ou ruim) entre organismo e ambiente, impacto, dependência (entre organismo e ambiente), influência mútua, além de ação e reação entre organismo e ambiente. | Abdutivo              |
| Manifestaram associar interação à adaptação do organismo ao seu meio ambiente, além de dependência de processos internos e externos dele.   | Abdutivo              |
| Associaram suas concepções de interação à ideia de rede e de ligação.   | Abdutivo              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

A análise semiótica do quadro anterior permite inferir que esses estudantes expressaram ideias acerca de como compreendem as interações biológicas, caracterizando-se a primeiridade, ou seja, a fase do levantamento de hipóteses explicativas acerca de como compreendem as interações biológicas, tendo como base o estudo do texto 2. Essa fase, segundo Peirce, é a de abdução, quando se encontram numa visão sincrética do conceito estudado.

#### 6.3.2.2 Análise semiótica da discussão do texto 3

A síntese de significação das principais concepções expressas pelos participantes do GPEB acerca das interações biológicas, quando estudaram o texto 3, é apresentada no quadro 45.

Quadro 45. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>  | <b>Interpretantes</b> |
|---|-----------------------|
| Expressaram concepção de interação no âmbito do ambiente externo do organismo ao associarem a relação de mutualismo a benefício.  | Indutivo              |
| Manifestaram compreender interação para além do ambiente externo do ser vivo, ou seja: estabelecendo relações entre medicamentos antidepressivos e as substâncias químicas cerebrais (interação química entre moléculas). | Indutivo              |
| Manifestaram compreender interação entre célula e organismo ao associarem um estado emocional fragilizado com o desenvolvimento de tumores malignos.  | Indutivo              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Analisando semioticamente o quadro 45 foi possível perceber que esses acadêmicos apesar de expressarem hipóteses explicativas na tentativa de compreenderem as interações biológicas estudadas, já manifestaram processos indutivos, ou seja, eles buscaram na observação fatural, exemplos os quais pudessem explicar como entendiam (naquele momento) o conceito de interação biológica. Assim, pode-se dizer que esses estudantes estão em processo de investigação, de perseguição de fatos, com o objetivo de avançarem na compreensão do conceito estudado.

#### 6.3.2.3 Análise semiótica da discussão do texto 4

O quadro 46 apresenta a síntese de significação das principais concepções expressas pelos participantes do GPEB acerca das interações biológicas, estudadas com base no texto 4.

Quadro 46. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>  | <b>Interpretantes</b> |
|---|-----------------------|
| Expressaram compreender que as interações dos seres vivos em seu ambiente envolvem: adaptação; sucessão ecológica; fatores bióticos e abióticos; nicho ecológico. | Indutivo              |
| Perceberam a importância das interações ecológicas para a sobrevivência dos seres vivos no ambiente.  | Dedutivo              |
| Associaram as interações ecológicas à alimentação dos organismos no ambiente em que estão inseridos.  | Dedutivo              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

A análise semiótica do quadro acima permite entender que os participantes do grupo de pesquisas, expressaram pensamento indutivo, ao compreenderem que as interações entre os seres vivos envolvem adaptação dos seres vivos no ambiente e ainda, interação desses com outros fatores bióticos e abióticos presentes no ambiente.

O pensamento dedutivo desses estudantes foi elucidado quando foram capazes de estabelecer a importância das interações ecológicas para a sobrevivência dos seres vivos no ambiente, isto é, aplicaram o conceito de interação ecológica para a explicação de fenômeno biológico.

#### 6.3.2.4 Análise semiótica da discussão do texto 5

O quadro 47 apresenta a síntese de significação das principais concepções de interação expressas pelos participantes do grupo de pesquisas, após estudarem o texto 5.

Quadro 47. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>  | <b>Interpretantes</b> |
|---|-----------------------|
| Diferenciaram o conceito de habitat do conceito de nicho ecológico.   | Indutivo              |
| Expressaram associar o conceito de nicho ecológico ao conceito de interação ecológica.                        | Indutivo              |
| Manifestaram compreensão de que as interações ecológicas são constitutivas do nicho ecológico de uma espécie. | Dedutivo              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Ao analisar semioticamente o quadro acima é possível detectar o pensamento científico indutivo dos sujeitos de pesquisa em questão quando esses diferenciam o conceito de habitat do conceito de nicho ecológico. Para tanto, esses sujeitos tiveram que recorrer a processos de investigação muito particulares.

Ao expressarem compreender que as interações ecológicas são constitutivas do nicho ecológico de uma determinada espécie, esses estudantes manifestaram pensamento dedutivo (no nível de terceiridade) durante o processo de construção deste conceito.

### 6.3.2.5 Análise semiótica da discussão do texto 6

O quadro 48 apresenta a síntese de significação das principais concepções de interação biológica, expressas pelos participantes do grupo de pesquisas, após estudo do texto 6.

Quadro 48. Síntese de significação.

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>   | <b>Interpretantes</b> |
|--|-----------------------|
| Relacionaram as taxas de interação com as taxas de adaptação do organismo ao ambiente em que ele se encontra.  | Indutivo              |
| Expressaram compreender a importância das interações como facilitadora das medidas preventivas contra uma espécie invasora (em termos de saúde pública). | Dedutivo              |
| Manifestaram “insight” de problema de pesquisa relacionado ao conceito de interação biológica.   | Dedutivo              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

A análise do quadro acima elucidada o pensamento científico dos participantes do GPEB, ao manifestarem “insight” de problema de pesquisa relacionado ao conceito de interação biológica. Esse pensamento no nível dedutivo (terceiridade) ilustra o grau de abstração necessário para que esse pensamento fosse exteriorizado.

### 6.3.2.6 Análise semiótica das respostas expressas pelos participantes do grupo ao responderem a questão aberta sobre as interações biológicas

No quadro 49 se encontra a síntese de significação da concepção de interação biológica expressas pelos participantes do GPEB, quando a eles foi perguntado: “Como você construiria uma definição de interação biológica?”.

Quadro 49. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>                             | <b>Interpretantes</b> |
|--|-----------------------|
| Expressaram concepção de interação biológica ao estabelecerem relações entre organismo e ambiente. | Indutivo              |
| Manifestaram compreender as interações biológicas em todos os níveis biológicos.                   | Indutivo              |
| Associaram as interações biológicas com a ideia de rede interligada entre organismo e ambiente.    | Dedutivo              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

A análise semiótica do quadro acima permite inferir que o pensamento indutivo dos participantes do grupo de pesquisa foi expresso quando eles manifestaram compreender as interações biológicas em todos os níveis biológicos.

Quando os estudantes compreenderam as interações biológicas associando-as à ideia de rede interligada entre organismo e ambiente expressaram o pensamento dedutivo (no nível de terceiridade).

#### 6.3.2.7 Análise semiótica da discussão do texto 7

No quadro 50 é apresentada a síntese de significação da concepção de interação biológica expressas pelos participantes do GPEB, após estudarem o texto 7.

Quadro 50. Síntese de significação.

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>   | <b>Interpretantes</b> |
|--|-----------------------|
| Expressaram compreender as interações ecológicas para além da interação foco de análise, considerando os vários níveis de organização biológica.       | Indutivo              |
| Ressaltaram a herbivoria como a interação ecológica básica entre os seres vivos.   | Indutivo              |
| Refletiram acerca do seu próprio processo formativo e detectam limitações na maneira de como o conceito de interação é abordado durante esse processo. | Dedutivo              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Ao analisar o quadro acima na perspectiva da teoria sígnica, pode-se detectar dois tipos de pensamento científico: o indutivo (no nível de secundidade) e o dedutivo (em nível de terceiridade).

No nível de secundidade, o pensamento foi elucidado quando esses estudantes expressaram compreender uma interação ecológica em relação a outras que ocorrem ao mesmo tempo, mas não são explicitadas. Já, o pensamento dedutivo foi revelado quando esses estudantes, ao refletirem acerca de seu próprio processo formativo, expressaram críticas à forma como o conceito de interação biológica é abordado no decorrer desse processo.

Assim, pode-se inferir que, com o aprofundamento das discussões acerca do conceito estudado, os sujeitos de pesquisa, ao refletirem sobre seu próprio processo formativo estabeleceram relações entre a epistemologia aqui estudada e a didática das Ciências, ao criticarem a maneira com que o conceito de interação biológica foi abordado por seus professores, no decorrer do processo formativo que receberam.

### 6.3.2.8 Análise semiótica da discussão do texto 9

O quadro 51 apresenta a síntese de significação expressa pelos participantes do GPEB acerca do conceito de interação biológica, após estudo e discussão do texto 9.

Quadro 51. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>   | <b>Interpretantes</b> |
|--|-----------------------|
| Compreenderam que as interações biológicas ocorrem entre os organismos, no ambiente externo do organismo e no ambiente interno do organismo (ou seja, no próprio organismo);                     | Dedutivo              |
| Expressaram compreender que as interações biológicas ocorrem também entre o ambiente externo e o ambiente interno do organismo e ainda, articulando o conceito à Teoria Sintética da Evolução.   | Dedutivo              |
| Manifestaram reforço à ideia de que exclusivamente estudam/conhecem as interações ecológicas. Entretanto, expressaram relevância na compreensão das interações nos diferentes níveis biológicos. | Dedutivo              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

Ao analisar semioticamente o quadro acima, pode-se inferir que o pensamento dedutivo está presente nas manifestações expressas pelos sujeitos dessa pesquisa, após discutirem o texto 9. A abstração desse tipo de pensamento levou estes estudantes a fazer referência à Teoria Sintética da Evolução, para explicarem a compreensão que atingiram ao associarem as interações que ocorrem no (interior) do ambiente externo e no (interior) do ambiente interno do organismo (ou seja, que ocorrem no interior organismo).

### 6.3.2.9 Análise do questionário final

O quadro 52 apresenta a síntese de significação expressa acerca do conceito de interação biológica dos sujeitos participantes do GPEB, quando eles responderam a cinco questões do questionário final.

Quadro 52. Síntese de significação

| <b>Principais concepções expressas acerca do conceito de interação</b>   | <b>Interpretantes</b> |
|--|-----------------------|
| Expressaram compreender a importância, a amplitude e a centralidade do conceito de interação biológica para o conhecimento biológico;  | Dedutivo              |
| Manifestaram nítida evolução do conceito de interação biológica ao longo das discussões em grupo;  | Dedutivo              |
| Compreenderam as interações biológicas para além do ambiente externo do organismo, sinalizando avanços epistemológicos em suas concepções iniciais acerca das interações biológicas; | Dedutivo              |
| Demonstraram preocupação em como ensinar o conceito de interação biológica aos seus futuros estudantes;  | Dedutivo              |

Fonte: Fúlvia Eloá Maricato, 2012.

A análise semiótica do quadro acima apresenta novamente o pensamento dedutivo desses estudantes. Inclusive, na segunda questão respondida por eles (e retirada do questionário final - APÊNDICE 3), esses estudantes apresentaram um esquema explicativo representativo da definição de interação biológica contemplando a relação entre diferentes elementos (ambiente, organismo, nível molecular, nicho ecológico, coevolução, adaptação, etc.). Dessa forma, entende-se que a própria capacidade de construir um esquema explicativo para expressar a compreensão de um conceito já expõe o pensamento dedutivo.

As análises semióticas dos textos (2; 3; 4; 5; 6; 7 e 9) discutidos pelos participantes do GPEB demonstram que o processo de pensar desses sujeitos com base no conceito aqui estudado, expressou desde o pensamento abduutivo (raciocínio hipotético), passando pelo pensamento indutivo, até chegar ao pensamento dedutivo, numa espécie de espiral contínua de raciocínios científicos.

As análises dos resultados, elucidadas por meio da síntese de significação apresentada nos quadros (45 a 53), permitem avaliar que esses estudantes desenvolveram habilidades do pensar ao proporem hipóteses explicativas acerca de suas compreensões das interações ecológicas/biológicas, buscando na observação fatural exemplos para explicar essas interações e ainda, quando foram capazes de aplicar o conceito de interação biológica em situações as mais diversas possíveis (expressando alto nível de abstrações). Ressalta-se ainda que, esses estudantes, não manifestaram dificuldades para expressar esse caminho (em espiral) do pensar científico, com base no estudo dos textos e das discussões em grupo.

Segundo Caldeira (2007, p. 254),

Os caminhos que o signo-pensamento percorre dependem das condições de construção do diagrama mental. Esse pode ser apoiado em fatos observáveis nas experiências particulares e aí segue meandros indutivos. Pode caminhar direto da abdução, em que há uma visão sincrética do quadro e, portanto, geral e desse geral, deduzir. Ou seja, caminhar do geral para o particular.

O caminho abdução/indução/dedução esteve presente em todas as discussões realizadas, tendo como referência os textos estudados, os diálogos entre os participantes e as interferências colocadas pela pesquisadora, cuja função foi dirigir o pensamento desses estudantes para favorecer a (re)construção do conceito estudado. Assim, as inferências abduativas que iam surgindo nas discussões geravam outras. A indução e a dedução foram complementares, devido ao intercâmbio dos elementos constitutivos do grupo, ou seja: enquanto uns estavam expressando pensamento indutivo, outros já estão no nível das abstrações.

Partindo do princípio de que, segundo Peirce, o pensamento é constituído por uma miscelânea de signos, foi possível compreender como ocorre a formação de conceitos com base no conjunto signico que transcorre a mente desses sujeitos, ou seja: buscaram na associação de conteúdos já compreendidos, responder às novas questões surgidas no decorrer das discussões em grupo. Além disso, procuraram em seus repertórios próprios (formados no senso comum, nos bancos escolares e na universidade), as habilidades para identificar, relacionar e ressignificar os elementos envolvidos no processo de (re)construção do conceito de interação biológica aqui estudado.

Dessa forma, segundo Habermas (1991 apud CALDEIRA, 2007)

[...] o processo circular entre a construção de hipóteses, a generalização indutiva, a dedução e renovada construção de hipóteses, promete, unicamente, caso a abdução seja corretamente administrada, uma assimilação autocorretiva das experiências adquiridas e um crescimento cumulativo do saber.

Ressalta-se ainda que, as várias linguagens empregadas (científica, senso comum, midiática), as quais permeiam as relações de ensino e aprendizagem das ciências, contribuíram para mediar e subsidiar as novas formas de raciocínio construído por esses estudantes.

## CONCLUSÕES

As pesquisas desenvolvidas no GPEB até agora produziram como resultados avanços epistemológicos que servem de exemplos de modelos didáticos e epistemológicos relativos à produção de conhecimento biológico, envolvendo conceitos como: de organismo, de sucessão ecológica, de gene e o de interação biológica, investigado nessa tese.

Um dos principais pressupostos destes trabalhos é de que os conhecimentos biológicos devam ser investigados com base nas relações entre a Didática e a Epistemologia. Assim, a possível articulação entre essas áreas e o ensino de Biologia deve considerar a complexidade das relações que as envolvem. Dessa forma, a epistemologia da Biologia busca compreender os conceitos que a estruturam como área do conhecimento, enquanto a Didática deve voltar seus estudos para o ensino e a aprendizagem das Ciências, cujos reflexos devem primar por um ensino de Biologia mais sistêmico, crítico e instigante para os estudantes.

No contexto acima colocado, os professores e pesquisadores das Ciências Biológicas devem refletir acerca de como a Biologia é ensinada e compreendida nas salas de aula brasileiras, ou seja: os estudantes entendem a Biologia como uma ciência que estuda a complexidade dos seres vivos e a emergência de fenômenos naturais? Conseguem estabelecer relações entre suas subáreas? O ensino de Biologia está baseado em redes conceituais apoiadas em conceitos estruturantes da epistemologia da Biologia?

Devido à maneira como a Biologia é entendida e ensinada e à grande quantidade de conceitos constitutivos do corpo de conhecimento biológico, torna-se difícil refletir acerca do processo de construção desse conhecimento. Isso contribui para que as abordagens no ensino de Biologia sejam fragmentadas (nos vários níveis de ensino), dificultando responder às questões integradoras desse conhecimento. Para enfrentar este desafio da fragilidade do ensino as pesquisas no campo da Epistemologia da Biologia vêm estabelecendo eixos mais estruturados, isto é, identificando seus conceitos fundamentais que auxiliam na compreensão do conhecimento biológico pelos estudantes de Biologia de forma mais sistêmica, refletindo positivamente na área da Didática das Ciências.

Nessa perspectiva, Meghioratti (2009), ao estudar o conceito de organismo junto ao grupo de pesquisa, concluiu que os estudantes evoluíram de uma visão reducionista e genocêntrica para uma visão relacional das interações externas e internas do organismo no ambiente.

Por sua vez, Brando (2010), ao investigar o conceito de sucessão ecológica, demonstrou que os alunos passaram a compreender sucessão ecológica como um processo que abrange a dinâmica dos ecossistemas, tais como as interações intra e interespecíficas e com outros fatores abióticos além do clima (como o edáfico). Esses estudantes também passaram a considerar variáveis como o tempo e espaço dentro de um gradiente evolutivo.

Andrade (2011) ao pesquisar sobre o conceito de gene reforça a visão aceita atualmente pela ciência, ou seja, de que gene é um conceito polissêmico. Assim, elaborou um modelo epistemológico acerca deste conceito que envolve sua compreensão que deve se sustentar numa visão hierárquica do material genético, com base no modelo triádico proposto por Meghioratti et al (2008).

Nesse estudo, compreende-se o conceito de interação biológica como integrador entre as diversas subáreas das Ciências Biológicas. Nesse contexto, investigou-se as percepções iniciais das interações ecológicas durante visita ao ambiente natural e fora dele pelos estudantes de Biologia do 1º e 4º ano e, em outro momento, a (re)construção desse conceito junto ao GPEB. Esse estudo teve como referencial teórico a semiótica peirceana, implicando a concepção de signo, bem como sua função epistêmica nos processos de compreensão de fenômenos naturais. Em vista disso, apresentam-se abaixo algumas conclusões acerca desses processos.

A análise semiótica dos resultados obtidos acerca da visita ao ambiente natural para experienciar as interações ecológicas ali existentes suscitou processo de semiose, na maioria dos sujeitos investigados, ou seja, de possibilidades de interpretação do signo aqui estudado. Esse resultado aponta para a necessidade de exploração desses ambientes como potencialmente ricos para a aprendizagem de alguns conteúdos biológicos, como por exemplo: as interações ecológicas/biológicas. A experiência de estar presente em um ambiente natural foi fundamental para apresentação de seres vivos e suas relações, além de fatores ambientais (bióticos e abióticos) ali presentes.

No que tange as representações destas interações fora do ambiente natural, a maioria, analisando semioticamente, geraram signos genuínos. Uma das hipóteses explicativas para tal resultado é a compreensão de que esta estratégia de ensino por meio de imagens representativas é comum nos livros didáticos e na abordagem deste conteúdo biológico nas salas de aula.

Destacando o problema de pesquisa levantado por esse estudo, ou seja, compreender o modo como os participantes do GPEB (re)constróem o conceito de interação biológica, as análises semióticas possibilitaram inferir que:

- a) expressaram compreender a importância, a amplitude e a centralidade do conceito de interação biológica para o conhecimento biológico;
- b) inicialmente, como pré-concepção, compreendiam as interações biológicas circunscritas ao ambiente externo dos organismos;
- c) à medida que as discussões do grupo de pesquisas avançavam, nítida evolução do conceito de interação biológica era manifestada. Isto se expressava ao compreenderem as interações biológicas para além do ambiente externo do organismo, sinalizando avanços epistemológicos em suas concepções iniciais acerca dessas interações, ou seja: evoluíram de uma visão inicial em que compreendiam as interações biológicas restritas ao ambiente externo do organismo, para uma visão em que passaram a compreender as interações biológicas em vários níveis de organização dos seres vivos, além de elaborarem a relação de diferentes elementos (como por exemplo: adaptação, nível molecular, nicho ecológico, coevolução, entre outros), ao expressarem a compreensão das interações biológicas após as discussões no GPEB;
- d) nas análises semióticas do processo de (re)construção do conceito de interação biológica no GPEB, os estudantes evoluíram de um pensamento sincrético (abduativo) para o pensamento dedutivo, passando pelo pensamento indutivo. Por meio das deduções, esses sujeitos puderam construir abstrações acerca das interações ecológicas/biológicas estudadas, ampliando seu repertório conceitual;
- e) no âmbito da aprendizagem, pode-se inferir que as “sínteses de significação” que os participantes do grupo de pesquisas geraram no decorrer das discussões em grupo, foram se tornando mais complexas (passando do pensamento abduativo ao pensamento dedutivo), sendo caracterizadas como exemplos de signos-pensamento. Estes últimos passaram a fazer parte do repertório de conhecimento que esses estudantes passaram a dispor, expandindo-o;
- f) à medida que aprofundaram as discussões acerca do conceito de interação biológica, estabeleceram relações entre a epistemologia da Biologia, a didática das Ciências e a formação de professores, ou seja, demonstraram preocupação em como ensinar o conceito de interação biológica aos seus futuros estudantes, após refletirem acerca do seu próprio processo formativo e detectarem limitações na maneira como o conceito de interação é abordado durante esse processo.

As discussões no GPEB também possibilitaram aos seus participantes compreender que o conhecimento acerca das interações biológicas, por meio de uma noção sistêmica, deve incluir outros processos biológicos, como por exemplo: adaptação; evolução; coevolução, entre outros, localizando o conceito de interação biológica em diferentes tempos-espaço.

Considerando as conclusões expostas acima se destaca que, com base nos avanços epistemológicos alcançados, que os participantes do grupo de pesquisas passaram a compreender as interações biológicas em outros níveis biológicos (molecular, celular, genético, fisiológico, bioquímico, evolutivo, entre outros), e também que essas interações estão presentes em diversos processos biológicos, como por exemplo: na adaptação dos seres vivos, nos processos evolutivos e coevolutivos dos organismos, nos processos de sucessão ecológica e ainda, na constituição do nicho ecológico dos organismos. Fundamentado nesses avanços, elaborou-se um conceito de interação biológica, sendo ele: *são relações que ocorrem no ambiente externo e interno dos seres vivos, nos seus diferentes níveis, envolvendo os vários processos biológicos que neles atuam, favorecendo ou não a sobrevivência dos organismos.*

Enfatiza-se ainda que se pretendeu elaborar um conceito mais integrador das relações e elementos que envolvem as interações biológicas, e não uma definição “fechada” do que sejam essas interações.

De forma geral, entende-se que as principais contribuições elaboradas nesta investigação foram para:

a) a Epistemologia da Biologia: apresentação de uma estratégia para ampliar a compreensão das interações biológicas que contemple sua importância, centralidade e complexidade no conhecimento biológico. Isto, indicando uma contribuição para uma melhor estruturação dos conteúdos biológicos no seu ensino, de maneira que se tornem mais integrados favorecendo que as narrativas dos estudantes de Biologia possam ser desenvolvidas sistemicamente.

b) o GPEB: os participantes desse grupo tiveram a oportunidade de experienciar as interações ecológicas no ambiente natural. Isso foi importante na apresentação de seres vivos e suas relações, suscitando neles processo semiótico acerca dessas interações. Essa apresentação garantiu ainda a aprendizagem de novos signos linguísticos. Além disso, com base nas análises semióticas, foi possível constatar que esses estudantes desenvolveram raciocínio

científico evoluindo do pensamento abduativo ao dedutivo, estabelecendo novos signos-pensamento.

A presente pesquisa sinaliza em direção a novas investigações acerca:

a) do potencial da teoria sígnica peirceana em ancorar pesquisas na formação de conceitos biológicos, baseado na experiência, visto que, para Peirce, a inteligência humana diz respeito ao conhecimento originário da experiência;

b) da relação visita ao ambiente natural (percepção) e fora do ambiente natural (por meio de imagens representativas) no ensino e na aprendizagem de fenômenos naturais, já que, segundo Pierce, a percepção é a entrada do conhecimento na mente dos sujeitos interpretantes.

## REFERÊNCIAS

ACOT, P. **História da Ecologia**. Rio de Janeiro: Campus, 1990, 212 p.

ADURÍZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Argentina, Año 4, Número especial 1, p. 40-49, 2009.

ANDRADE, M. A. B. S. **A epistemologia da Biologia na formação de pesquisadores: reflexões sobre o conceito de gene**. 2011. 235 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

ANDRADE, M. A. B. S.; BRANDO, F. R.; MEGLHIORATTI, F. A.; JUSTINA, L. A. D.; CALDEIRA, A. M. A. Epistemologia da Biologia: uma proposta didática para o ensino de Biologia. In: ARAUJO, E. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. (Orgs.). **Práticas integradas para o ensino de Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2008, p. 13-36. (Educação para a Ciência 9).

BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico da linguagem**. 14 ed. São Paulo: Hucitec, 2010, p. 203.

BASTOS, F. Estratégias de colaboração universidade-escola: um estudo sobre a formação continuada de professores da educação infantil na área de ensino de Ciências. In: BASTOS, F.; NARDI, R. (Orgs.) **Formação de Professores e Práticas Pedagógicas no Ensino de Ciências: contribuições para a pesquisa na área**. São Paulo: Escrituras, 2008, p. 149-61. (Educação para a Ciência 8).

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007, 752p.

BELLINI, L. M. Epistemologia da Biologia: para se pensar a iniciação ao ensino das Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 88, n. 218, p. 30-47, jan./abr., 2007.

\_\_\_\_\_. Epistemologia da Biologia em um enfoque piagetiano: para pensar o ensino de Ciências. In: MEGLHIORATTI, F. A.; FERRAZ, D. F.; OLIVEIRA, A. L. (Orgs.). **Estratégias de ensino e aprendizagem em ciências: reflexões e práticas**. Cascavel: EDUNIOESTE, p. 15-57, 2012. (Coleção Ensino de Ciências n.2).

BOEGER, W. A. **O tapete de Penélope: o relacionamento entre as espécies e a evolução orgânica**. São Paulo: Editora UNESP, 2009, 108p.

BRANDO, F. R. **Proposta didática para o Ensino Médio de Biologia: as relações ecológicas no cerrado**. 2010. 223f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

BRANDO, F. R.; CALDEIRA, A. M. A. Análise biossemiótica voltada para sistemas ecológicos. **Filosofia e História da Biologia**, vol.2, p. 141-157, 2007.

BROWN, T. A. **Genética**: um enfoque molecular. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999, 336p.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA J.; MARTINEZ-TERRADES, F. A emergência da didática das ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação**, Minho, v.14, n. 1, p. 155-196, 2001.

CALDEIRA, A. M. A. **Vida**: uma constante experiência. 1997. 140f. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Estadual Paulista, Marília, 1997.

\_\_\_\_\_. **Semiótica e a relação pensamento e linguagem no ensino de Ciências Naturais**. 2005. 179f. Tese de Livre Docência. Departamento de Educação, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

CALDEIRA, A. M. A.; MANECHINE, S. R. S. Apresentação e representação de fenômenos biológicos a partir de um canteiro de plantas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 227-261, 2007.

CALDEIRA, A. M. A.. Didática e Epistemologia da Biologia. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. (Orgs.). **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009, p. 73-86. (Educação para a Ciência 10).

CALDEIRA, A. M. A.; BASTOS, F. A didática como área de conhecimento. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. (Orgs.). **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009, p. 13-33. (Educação para a Ciência 10).

CALICH, V.; VAZ, C. **Imunologia**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001, 260p.

CAMPANARIO, J. M.; MOYA, A. ¿Como enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de las ciencias**, v. 17, n.2, p. 179-192, 1999.

CARBONE, M. C. A Epistemologia genética de Piaget: algumas considerações. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAUJO, E. S. N. N. (Orgs.) **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, p. 173-186, 2009.

CARBONE, M. C.; LEPRE, R. M.; As contribuições da epistemologia e psicologia genética de Jean Piaget à educação. In: CARBONE, M. C. (Org.). **História e filosofia das ciências e o ensino de ciências**. São Paulo: Cultura Acadêmica, p. 162-190, 2011.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**: tendências e inovações. 2 ed., São Paulo: Cortez, 1995, 120 p.

CARVALHO, G. S. A Transposição Didática e o Ensino de Biologia. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAUJO, E. S. N. N. (Orgs.) **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, p. 34-57, 2009.

DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia**. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2008, 519p. Reimpressão.

DÁTILLO, W.; MARQUES, E. C.; FALCÃO, J. C. F.; MOREIRA, D. D. O. Interações mutualísticas entre formigas e plantas. **EntomoBrasilis**, v. 2, n.2, p.32-36, 2009. Disponível em: <<http://www.periodico.ebras.bio.br>>. Acesso em: 15 Abr. 2010

DROUIN, J. M. **Reinventar a natureza**: a ecologia e a sua história. Lisboa: Instituto Piaget, 1991, 179 p.

EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. Plantas e herbívoros. In: EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo: EPU, 1981, p. 1-6. (Coleção Temas de Biologia, v. 27)

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de Biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre a História e a Filosofia das ciências. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004.

FLICK, U. **Uma introdução à Pesquisa Qualitativa**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 312p.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPQ, 1992, 631p.

GAGLIARDI, R. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigacion. **Enseñanza de las ciencias**, 4 (1), p. 30-35, 1986.

HABERMAS, J. Charles S. Peirce sobre comunicação. In: HABERMAS, J. **Textos e contextos**. Lisboa: Instituto Piaget, p. 9-32, 1991.

HULL, D. L. **Filosofia da Ciência biológica**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975, 198p.

JABLONKA, E.; LAMB, M. J. **Evolução em quatro dimensões**: DNA, comportamento e a história da vida. São Paulo: Companhia das Letras, 2010, 511 p.

JACOB, F. **O rato, a mosca e o homem**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998, 156 p.

JAKOBSON, R. **Linguística e Comunicação**. 18ed., São Paulo: Cultrix, 2001, 162 p.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005, 332 p.

JUSTINA, L. A. D. **Investigação sobre um grupo de pesquisa como espaço coletivo de formação inicial de professores e pesquisadores de Biologia**. 2011. 230f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência), Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2011.

LEBRUN, G. A idéia de epistemologia. In: Lebrun, G. **A Filosofia e sua História**. São Paulo: Cosac Naify, 2006, p. 129-144.

LEWONTIN, Richard C. **A tripla hélice**: gene, organismo e ambiente. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

LUDKE, M.; ANDRÉ, Marli, E. D. A.. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99p.

MALDANER, O. A. Concepções epistemológicas no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R.; ARAGÃO, R. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Capes/UNIMEP, 2000, p. 60-81.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999, 360 p.

MATTHEWS, M. R. Teacher Education. In: **Science teaching: the role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994, p. 199-213.

\_\_\_\_\_ História, filosofia e ensino de Ciências: a atual tendência de reaproximação. **Caderno Catariense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

\_\_\_\_\_ In defense of modest goals when teaching about the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 2, p. 161-174, 1998.

MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005, 266p.

\_\_\_\_\_ **Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008, 428p.

MEGLHIORATTI, F. A. **História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da Ciência pelos professores de Biologia**. Referência. 2004. 272f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2004.

MEGLHIORATTI, F. A., CALDEIRA, A. M. A., BORTOLOZZI, J. O conceito de interação na organização dos seres vivos. In: PRESTES, M. E. B.; MARTINS, L. A. P.; STEFANO, W. (orgs.). **Filosofia e História da Biologia 1**. São Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisa, 2006, p. 91-105.

MEGLHIORATTI, F. A.; ANDRADE, M. A. B. S.; BRANDO, F. R.; CALDEIRA, A. M. A. A formação de pesquisadores em epistemologia da biologia. In: MORTIMER, E. F. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

\_\_\_\_\_ A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores. In: **Filosofia e História da Biologia**. 3 ed. São Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisas, v. 3, 2008, p. 119-138.

MEGLHIORATTI, F. A. **O conceito de organismo: uma introdução à epistemologia do conhecimento biológico na formação de graduandos de biologia**. 2009. 254f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2009.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da Biologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2005, 132p. (Coleção Paradidáticos)

MITIKÁ, C. W.; MARICATO, F. E.; CALDEIRA, A. M. A. **O conceito de interação biológica como integrador do conhecimento biológico**: uma revisão da literatura. Relatório de Projeto PIBIC. Faculdade de Ciências. UNESP, Bauru – SP, 2010.

MONOD, J. **O acaso e a necessidade**: ensaio sobre a filosofia natural da biologia moderna. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 1972, 219 p.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 6 ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2002, 118 p.

NASCIMENTO, M. S.; MONTEIRO, R. F. Especificidade de hospedeiro: padrões ecológicos de insetos fitófagos em ecossistemas tropicais. **Oecologia Brasiliensis**, 12 (4): 602-609, 2008. Disponível em: <<http://www.oecologia.biologia.ufrj.br>>. Acesso em: 17 Mar. 2010.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988, 434 p.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2007, 612 p.

PATTON, M. Q. **Qualitative research and evaluation on methods**. 3 ed. Sage Publications, 2002, 598 p.

PEIRCE, C. S. **Semiótica e Filosofia**. 2 ed. São Paulo: Cultrix, Editora da Universidade de São Paulo, 1975, 164p

\_\_\_\_\_ **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 1977, 337 p.

\_\_\_\_\_ **Escritos Coligidos**. Tradução de Armando Mora D'Oliveira e Sérgio Pomerangblum. 3 ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983, 276 p. (Coleção Os Pensadores).

PIAGET, J. **Lógica e conhecimento científico**. Porto: Livraria Civilização, 1981. 2v.

\_\_\_\_\_ **Biologia e conhecimento**: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos. 4 ed. Petrópolis: RJ: Vozes, 423p. 1996.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2002, 252p. Reimpressão.

PITÉ, M. T.; AVELAR, T. **Ecologia das populações e das comunidades**: uma abordagem evolutiva do estudo da biodiversidade. Editora: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 315, 1996.

POMBO, O. **Unidade da Ciência e Configuração Disciplinar dos Saberes**. Contributos para uma Filosofia do Ensino. 1998a. Tese. (Doutorado em História e Filosofia da Educação). Universidade de Lisboa. Lisboa, 1998a.

\_\_\_\_\_ **Apontamentos sobre o conceito de epistemologia e o enquadramento categorial da diversidade de concepções de ciência**. Lisboa, 1998b, p. 1-5. Disponível em: <[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes.opombo.investigacao/cat\\_epist.htm](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes.opombo.investigacao/cat_epist.htm)>. Acesso em: 12 ago. 2007.

\_\_\_\_\_ A Ciência e as Ciências. In: **Encontro de saberes**. Lisboa: Fundação Calouste Guibenkian, p. 1-15, 2006. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/publicacoesopombo/publicacoes.htm>>. Acesso em: 02 set. 2007.

SOFTWARE PREZI. Disponível em: <<http://prezi.com>>

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2003, 503 p.

RUIZ, A. R.; BELLINI, L. M. **Ensino e conhecimento**: elementos para uma pedagogia da ação. Londrina: Editora da UEL, 1998, 124 p.

SALTHER, S. **Evolving hierarchical systems**: their structure and representation. New York: Columbia University Press, 1985.

SALTHER, S. **Summary of the Principles of Hierarchy Theory**, 2001. Disponível em: <[http://www.nbi.dk/~natphil/salthe/Hierarchy\\_th.html](http://www.nbi.dk/~natphil/salthe/Hierarchy_th.html)>. Acesso em: 13 Ago. 2011.

SANMARTÍ, N. **Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Madrid: Síntesis, 2002, 382p.

SANTAELLA, L. **A percepção**: uma teoria semiótica. São Paulo: Experimento, 1993, 120 p.

\_\_\_\_\_ **Mente modular, sentidos dominantes e as três matrizes**. In: SANTAELLA, L. **Matrizes da linguagem e do pensamento**: sonora, visual e verbal: aplicações na hipermídia. 3 ed. São Paulo: Iluminuras : FAPESP, 2005, p. 55-80.

\_\_\_\_\_ **Semiótica aplicada**. São Paulo: Cengage Learning, 2010, 186 p.

SCHEID, N. M. ; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da Ciência num curso de Ciências Biológicas: imagens que dificulta, a Educação Científica. **Investigação em Ensino de Ciências**, v.12, n.2, p. 157-181, 2007.

SHOOK, J. R. **Os pioneiros do pragmatismo americano**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, 215 p.

SILVEIRA, L. F. B. **Curso de semiótica geral**. São Paulo: Quartier Latin, 2007, 237 p.

\_\_\_\_\_ **Texto complementar: Pensamento e linguagem de um ponto de vista semiótico**. In: CANEIRO, M. C. (Org.) **História e filosofia das ciências e o ensino de ciências**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011, p. 85-89.

STEWART, I. **Os números da natureza**: a realidade irreal da imaginação matemática. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: Rocco, 1996, p. 122.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, p. 325, 2002.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. 3 ed. Porto Alegre: Atmed, 2010, 576 p.

ZANOL, J.; FERNANDEZ, M. A.; OLVEIRA, A P. M.; RUSSO, C. A. M.; THIENGO, S. C. O caramujo exótico invasor *Achatina fulica* (Sttylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): situação atual. **Biota Neotropica**, 10 (3), 2010. Disponível em: <<http://www.neotropica.org.br>>. Acesso em: 20 Jan. 2011.

## APÊNDICES

**APÊNDICE 1** – Questionário inicial – Apresentação

**APÊNDICE 2** – Questionário inicial – Representação

**APÊNDICE 3** – Questionário Final

**APÊNDICE 4** – Questionário Perfil

**APÊNDICE 5** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



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



**Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência  
Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia – GPEB**

**APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL – Representação do conceito de interação biológica descrita durante visita de campo**

Nome:

Data:

Período: Integral ( ) Noturno ( )

Semestre: \_\_\_\_\_

Participante do Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia: Sim ( ) Não ( )

**Instruções para a atividade:**

Observe o ambiente natural à sua volta ...

Agora escreva sobre:

1) Descreva um exemplo de interação ecológica que você esteja observando nesse momento.

---



---



---



---



---

2) Descreva sua percepção em relação à diferença entre:

-Realizar visita a campo e, a partir dos seus SENTIDOS, descrever um exemplo de interação ecológica observada “in locu”, de descrever um exemplo de interação ecológica a partir de imagens representadas (fotos, desenhos, outros).

---



---



---



---



---

3) Como futuro professor de Ciências e Biologia, qual(is) estratégia(s) você adotaria para despertar TODOS os SENTIDOS dos seus alunos para uma aula?

---



---



---



---



**Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência  
Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia – GPEB**

**APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO INICIAL – Representação do conceito de interação biológica obtida por meio de questões semi-estruturadas**

Data:

Nome:

Período: Integral ( ) Noturno ( )

Semestre: \_\_\_\_\_

Participantes do Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia: Sim ( ) Não ( )

1) A partir das imagens representadas abaixo, responda:



Imagem 01



Imagem 02



Imagem 03



Imagem 04



Imagem 05



Imagem 06

Fonte: Livro "A Economia da Natureza" de Robert E. Ricklefs. Editora Guanabara Koogan, 5 ed., 2003.

a) Existem aspectos comuns entre essas imagens? Sim ( ) Não ( ). Justifique.

---



---



---



---

b) Você observa a ocorrência de interação nessas imagens?

Sim ( ) Não ( )

Em caso afirmativo:

c) Em qual (is) imagem (s) você observa a ocorrência de interação?

---

---

d) Descreva o(s) tipo(s) de interação(ões) observada(s) em cada imagem que você selecionou.

---

---

---

---

---

---

2) Se você tivesse que categorizar o conceito de interação para o conhecimento biológico, que importância você lhe atribuiria?

Importância central( ) Importância mediana( ) Importância pequena( ) Importância nula( ) – Justifique

---

---

---

---

3) Como você construiria uma definição de interação biológica?

---

---

---

---

4) Qual(is) outro(s) conceito(s) relacionado(s) ao conhecimento biológico, pode(m) estar associado(s) ao conceito de interação?

---

---

---

---

5) Em qual(is) conteúdo(s) da Biologia você identifica o conceito de interação?

---

---

---

---



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



**Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência**  
**Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia – GPEB**

### APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO FINAL

Nome:

Data: 02/12/2011

Período: Integral ( ) Noturno ( )

Semestre: \_\_\_\_\_

A partir das leituras de textos e discussões realizadas no âmbito do GPEB sobre o conceito de interação biológica (com foco nas interações ecológicas), reflita sobre cada questão abaixo e em seguida responda:

1) Observe as imagens representadas abaixo:



**Imagem 01**



**Imagem 02**



**Imagem 03**



**Imagem 04**



**Imagem 05**



**Imagem 06**

Fonte: Livro "A Economia da Natureza" de Robert E. Ricklefs. Editora Guanabara Koogan, 5 ed., 2003.

a) Você observa a ocorrência de interação(ões) em qual(is) imagem(ns) acima?

---

b) Descreva as interações observadas por você em cada uma das imagens que selecionou.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2) Se você tivesse que categorizar o conceito de interação para o conhecimento biológico, que importância você lhe atribuiria?

Importância central( ) Importância mediana( ) Pouca importância( ) Sem importância( )

Justifique.

---

---

---

---

---

---

3) A partir da hierarquia escalar proposta por Salthe (2001) e Meghioratti (2006, 2009), qual(is) aspecto(s) do conhecimento biológico deve(m) ser levado(s) em consideração na compreensão sistêmica do organismo?

Justifique.

---

---

---

---

---

---

4) Foram discutidos vários conceitos que consideramos importantes na compreensão das interações ecológicas, como por exemplo: o conceito de adaptação, nicho ecológico, co-evolução, entre outros. Nessa perspectiva,

a) Qual a importância desses conceitos para a compreensão das interações biológicas?

---

---

---

---

b) Qual(is) outro(s) conceito(s) você apontaria e que pode(m) ser interpretados por meio do conceito de interação biológica?

---

---

---

---

5) Por meio de um mapa conceitual ou de um esquema explicativo, como você representaria sua definição de interação biológica?

6) Aponte como a discussão sobre esses conceitos contribuíram para sua formação como professor.

---

---

---

---

7) Observe as imagens representadas abaixo:



Imagem 1

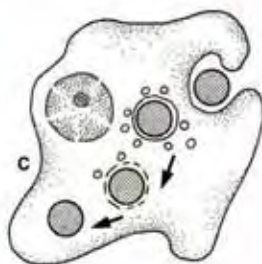


Imagem 2



Imagem 3



Imagem 4



Imagem 5



Imagem 6

Fonte: Livro "A Economia da Natureza", Robert E. Ricklefs. 5 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003 e livro "Biologia Celular e Molecular", L. C. Junqueira e José Carneiro, 8 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

a) Você observa a ocorrência de interação(ões) em qual(is) imagem(ns) acima?

b) Descreva as interações observadas por você em cada uma das imagens que selecionou.

---



---



---



---



---

Muito obrigada pela sua colaboração em minha coleta de dados e pela sua participação no Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia.

Fúlvia Eloá Maricato, 02 de dezembro de 2011.



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



**Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência**  
**Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia – GPEB**

#### APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO – Perfil do participante

Data:

1. Nome:

---

2. Período: Integral ( ) Noturno ( )

3. Semestre: \_\_\_\_\_

4. Trabalha? Sim ( ) Não ( ). Em caso afirmativo, trabalha em qual profissão?

---

#### Quanto ao curso de Ciências Biológicas - Licenciatura

1. O que o motivou a cursar Ciências Biológicas – Licenciatura?

---



---



---

2. Qual seu nível de satisfação em relação ao curso de Ciências Biológicas escolhido?

Alto ( ) Médio ( ) Baixo ( ) – Justifique

---



---

3. Sub-área(s) da Biologia que tem maior interesse?

---



---

4. Expectativas quanto ao mercado de trabalho após o término do curso:

Docência na Ed. Básica( ) Especialização( ) Mestrado/Doutorado( ) Outros( ) –  
Justifique

---



---

5. Desenvolve ou desenvolveu alguma pesquisa na Biologia? Sim( ) Não( )

- Em caso afirmativo, descreva a importância dessa experiência para sua formação como pesquisador e professor;

- Em caso negativo, descreva um problema dentro da Biologia que você gostaria de investigar.

---



---



---

**Quanto ao Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia**

1. Como ficou sabendo do GPEB?

---

---

2. Quais aspectos levam/levaram você a participar do GPEB?

---

---

3. Quais são suas expectativas em relação ao GPEB?

---

---

4. A quanto tempo frequenta o GPEB?

---

5. O que estuda a “Epistemologia da Biologia”?

---

---

---



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



## APÊNDICE 5 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do Projeto:** A (re)construção coletiva do conceito de interação biológica: contribuição para a Epistemologia da Biologia e a formação de professores e pesquisadores

**Pesquisadora responsável:** Doutoranda Fúlvia Eloá Maricato

**Orientadora:** Profa. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira

Essa pesquisa tem como objetivo (re)construir o conceito de interação biológica com os participantes de um grupo de pesquisas, tendo esse conceito como estruturante do pensamento biológico. Para tanto, a pesquisadora irá promover estudos de textos seguidos de discussões sobre o conceito de interação biológica, enfatizando as interações ecológicas, no âmbito do Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia – GPEB e seus participantes, acadêmicos do Curso de Ciências Biológicas – Licenciatura, Unesp-Bauru/SP, bem como coletar dados por meio de gravação de voz e outros instrumentos de coleta (atividade de campo; questionário; entrevista individuais e projeto didático).

Nessa oportunidade, pedimos sua autorização para a realização dos procedimentos acima citados que envolvem ainda a utilização dos dados coletados para fins didáticos e de divulgação em revistas científicas brasileiras ou estrangeiras, lembrando que o anonimato será mantido em todos os níveis de divulgação dos resultados.

Esclarecemos ainda que os acadêmicos participantes do GPEB possuem total liberdade para não responder a qualquer questão que lhes possa causar constrangimento.

Eu, \_\_\_\_\_, após ter lido e entendido as informações e esclarecido todas as minhas dúvidas referentes ao estudo em questão, coordenado pela doutoranda Fúlvia Eloá Maricato, concordo voluntariamente, sem ter sido submetido a qualquer tipo de pressão ou coação, participar da pesquisa acima referida.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2011.

Assinatura do(a) acadêmico participante da pesquisa

Eu, Fúlvia Eloá Maricato, declaro que forneci todas as informações referentes ao estudo em questão aos participantes da pesquisa.

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/2011.

Assinatura da pesquisadora responsável

Nome: Fúlvia Eloá Maricato

Contatos: (14) 32.08 – 17.67 ou (14) 96.69 – 54.96

Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências

Universidade Estadual Paulista – UNESP – Bauru – SP

Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, n. 14-01

CEP: 17033 – 360 Bauru – SP

PABX: (14) 31.03 – 60.00

E-mail: [pgfc@fc.unesp.br](mailto:pgfc@fc.unesp.br)

Qualquer dúvida ou maiores esclarecimentos procurar a pesquisadora responsável pelo projeto, doutoranda Fúlvia Eloá Maricato, ou o Comitê Permanente de Ética da Unesp de Bauru/SP.