

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

**JÉSSICA LAGUILIO RODRIGUES**

**O FENÔMENO DA VIDA E O CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:  
PARADIGMAS E PERSPECTIVAS**

**MARINGÁ – PR  
2020**

**JÉSSICA LAGUILIO RODRIGUES**

**O FENÔMENO DA VIDA E O CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:  
PARADIGMAS E PERSPECTIVAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Júlia Corazza

**MARINGÁ – PR  
2020**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

R696f Rodrigues, Jéssica Laguilio  
O fenômeno da vida e o curso de Ciências Biológicas : paradigmas e perspectivas /  
Jéssica Laguilio Rodrigues. -- Maringá, PR, 2020.  
150 f.: il. color., figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Júlia Corazza.  
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas,  
Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, 2020.

1. Epistemologia da biologia. 2. Fenômeno da vida. 3. Ciências - Teoria e filosofia. 4.  
Ciências biológicas (Curso) - Universidade Estadual de Maringá - Análise do currículo. 5.  
Ciências biológicas (Curso) - Universidade Estadual de Maringá - Formação de  
professores. I. Corazza, Maria Júlia, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro  
de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a  
Matemática. III. Título.

CDD 23.ed. 570.1

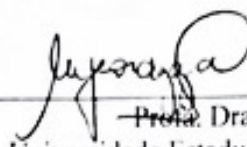
Síntique Raquel Eleutério - CRB 9/1641

JÉSSICA LAGUILIO RODRIGUES


**O fenômeno da Vida e o curso de Ciências Biológicas:  
*paradigmas e perspectivas***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em *Ensino de Ciências e Matemática*.

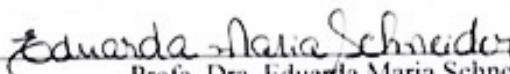
**BANCA EXAMINADORA**



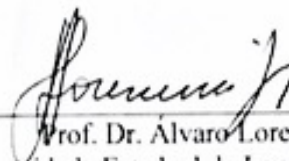
Prof. Dra. Maria Julia Corazza  
Universidade Estadual de Maringá - UEM



Prof. Dra. Lourdes Aparecida Della Justina  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE



Prof. Dra. Eduarda Maria Schneider  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR



Prof. Dr. Álvaro Lorencini Junior  
Universidade Estadual de Londrina - UEL



Prof. Dr. Michel Corci Batista  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Maringá, 09 de Março de 2020.

## AGRADECIMENTOS

Escrever agradecimentos parece ser a tarefa mais fácil de uma tese, mas não é. Colocar todas as pessoas que contribuíram de forma direta para que este trabalho se concluísse é preciso de diversas linhas e, ainda, corro o risco de deixar alguém de fora. Por isso, vou agradecê-los de forma indireta, para que ao lerem este texto se vejam e sintam o carinho que expresse e eternizo em palavras.

Da mesma forma que falamos, como professores das Ciências Biológicas, que o conhecimento científico é plural e fruto de várias mãos e mentes trabalhando, assim também é com a pesquisa de doutorado e com a escrita da tese.

Nesta pesquisa, diversas pessoas me ajudaram como puderam, e não estou falando apenas dos sujeitos investigados, mas sim dos colegas de curso, dos professores, da secretaria, dos chefes de departamento, da orientação, da banca de qualificação e defesa... Também incluo aqui os autores de livros e artigos que tantas vezes li e reli para referenciá-los em meu trabalho, onde muito dialoguei com eles, mesmo que tenha sido em caráter de monólogo – já que só eu discursava por meio deles solitariamente, sem ouvir um feedback de contrapartida. Mas, mesmo não sendo respondida com minhas falas pelos respectivos autores, tive um grande e valioso respaldo com a orientação que carregarei para a vida toda. Também agradeço os pares da comunidade científica quando fui para os congressos e encontros nacionais e regionais da área. Nesses eventos, que me fizeram cruzar o país de Norte à Sul, ao apresentar trabalhos da tese, pude ouvir deles o feedback que tanto buscava. Sou muito grata a todos que contribuíram para a qualidade desta tese.

E como não agradecer a família e os amigos? Esses, em inúmeras ocasiões, tiveram que me compreender e me respeitar quando disse cansáveis vezes “hoje não posso, tenho que trabalhar na tese”. Sou eternamente grata por todo apoio que recebi deles, até porque foram eles que não me deixaram desistir quando isso, em um momento não muito qualificável, porém, necessário de uma etapa da minha vida, até se tornou uma opção.

Grata pelos tombos que levei, porque eles me fizeram perceber que nem só de flores vive um campo. Assim como também nem só de tormenta é feita uma tempestade.

Na eterna balança da vida existe a contrabalança da morte.

A sobrevivência ocorre no meio, na busca pelo equilíbrio inalcançável.

Aceitar isso e agradecer a força que, seja lá de onde vem, me deu obstinação, comprometimento e dedicação para concluir esta tese é necessário.

Obrigado, obrigado e obrigado!

## Resumo

RODRIGUES, Jéssica Laguilio. O Fenômeno da Vida e o Curso de Ciências Biológicas: Paradigmas e Perspectivas. 2020. Tese. Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

As discussões no âmbito acadêmico sobre “O que é vida?” têm sido direcionadas mais para a compreensão da consolidação da ciência Biologia do que para a elucidação de sua definição, propriamente dita. Por isto, professores e pesquisadores do curso de Ciências Biológicas ao tentarem responder esta questão afirmam ser muito difícil, que até mesmo não possui solução. Mas, ao considerarmos o desenvolvimento do conhecimento biológico, podemos constatar que a Biologia possui subsídios que permitem conceituar vida. Diante desta premissa, esta tese teve o objetivo de investigar como o currículo do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá aborda o fenômeno vida na formação de professores para capacitá-los a explicar “O que é vida?”. Além disso, nesta pesquisa também foi investigado o que os professores pesquisadores das componentes curriculares do referido curso pensam sobre as abordagens desse fenômeno na formação inicial docente, visando resolver a problemática: a vida pode ser um conceito integrador, estruturante, para o curso de Ciências Biológicas no processo de formação inicial? Esta investigação se desenvolveu por meio de um estudo de caso, que se fundamentou nas características e peculiaridades do Projeto Pedagógico do curso de Ciências Biológicas (PPCB) da referida universidade, as quais foram analisadas mediante o documento homologado pela Pró-Reitora de Ensino. Além disto, fizeram parte deste caso os graduandos do último ano do curso de Licenciatura, dos quais foram extraídas as concepções sobre o fenômeno da vida e, também, professores das principais componentes curriculares que abordam este fenômeno no curso. Como grande parte dos dados se constituiu mediante as transcrições de entrevistas, questionários e interações discursivas, a principal estratégia de análise foi a textual discursiva. Foram elaboradas categorias a partir das unidades de significações extraídas dos discursos e, por fim, a construção de metatextos – que são explanações dos sentidos emergidos dessas categorias descritas nos capítulos 4 e 5, referentes às discussões dos resultados. Esses metatextos suscitam como o fenômeno da vida pode integrar o conhecimento biológico para a organização de um curso de formação inicial holística – isto é, centrada em um paradigma de pensamento biológico que considera relevante o estudo do todo em oposição ao recorrente estudo fragmentado e desarticulado. Em suma, encontramos pontos de convergência entre a tríade currículo-graduandos-professores. As análises do currículo se respaldam pelos discursos de graduandos e professores; as concepções de graduandos referenciam saberes docentes de professores entrevistados; professores entrevistados são sujeitos solitários, os quais não estabelecem trocas entre pares para o cumprimento dos objetivos de formação proposto pelo PPCB. Sendo assim, o caso do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá tem promovido a formação de conceitos e definições sobre vida, mas não reconhece este fenômeno como seu objeto de estudo e tão o pouco o vê como conceito estruturante. Mas, isto não quer dizer que a vida não seja relevante. Para o currículo e os sujeitos entrevistados o fenômeno vida tem potencial de integrar as diversas áreas de estudo para que a formação seja holística de fato por meio de temas abrangentes e específicos que perpassam as componentes curriculares.

**Palavras-chave:** Ciência Biologia. Epistemologia. Professores Pesquisadores. Análise Textual Discursiva.

## Abstract

RODRIGUES, Jéssica Laguilio. O Fenômeno da Vida e o Curso de Ciências Biológicas: Paradigmas e Perspectivas. 2020. Tese. Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2020.

Academic discussions on “What is life?” have been directed more towards the understanding of the consolidation of Biology science than to the elucidation of its definition, properly speaking. For this reason, professors and researchers of the Biological Sciences course, when trying to answer this question, claim to be very difficult, that even has no solution. But, when considering the development of biological knowledge, we can see that Biology has subsidies that allow conceptualizing life. In view of this premise, this thesis aimed to investigate how the curriculum of the Biological Sciences course at the State University of Maringá addresses the phenomenon of life in teacher education to enable them to explain “What is life?”. In addition, in this research it was also investigated what the research professors of the curricular components of the referred course think about the approaches of this phenomenon in the initial teacher education, aiming to solve the problem: life can be an integrating and structuring concept for the Science course Biological in the initial formation process? This investigation was developed through a case study, which was based on the characteristics and peculiarities of the Pedagogical Project of the Biological Sciences course (PPCB) of the referred university, which were analyzed through the document approved by the Dean of Education. In addition, undergraduate students from the last year of the Licentiate course were part of this case, from which the concepts about the phenomenon of life were extracted and, also, teachers of the main curricular components that address this phenomenon in the course. As a large part of the data was constituted by the transcriptions of interviews, questionnaires and discursive interactions, the main analysis strategy was the discursive text. Categories were elaborated from the units of meanings extracted from the speeches and, finally, the construction of metatexts - which are explanations of the meanings emerged from these categories described in chapters 4 and 5, referring to the discussions of the results. These metatexts raise how the phenomenon of life can integrate biological knowledge for the organization of an initial holistic training course - that is, centered on a paradigm of biological thinking that considers the study of the whole as relevant in opposition to the recurrent fragmented and disjointed study. In short, we find points of convergence between the curriculum-undergraduate-teacher triad. The analysis of the curriculum is supported by the speeches of students and teachers; undergraduate students' conceptions refer to teaching knowledge of interviewed teachers; interviewed teachers are lonely subjects, who do not establish exchanges between peers to fulfill the training objectives proposed by the PPCB. Thus, the case of the Biological Sciences course at the State University of Maringá has promoted the formation of concepts and definitions about life, but it does not recognize this phenomenon as its object of study and neither does it see it as a structuring concept. But, this does not mean that life is not relevant. For the curriculum and the subjects interviewed, the phenomenon of life has the potential to integrate the various areas of study so that the training is truly holistic through comprehensive and specific themes that permeate the curriculum components.

**Keywords:** Biology science. Epistemology. Research Professors. Discursive Textual Analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama do desdobramento da pesquisa. ....	14
Figura 2 Repercussão das principais correntes de pensamento sobre o fenômeno da vida. ....	19
Figura 4 Exemplo de como a teoria da informação se aplica às moléculas orgânicas que compõem os seres vivos. Fonte: Santos (2018). ....	42
Figura 4 Percurso do estudo de caso. ....	49
Figura 5 Unidades de análise do estudo de caso. ....	50
Figura 6 Escopo da análise do estudo de caso. ....	63
Figura 7 Disciplinas da habilitação Bacharelado da reformulação do PPCB de 2004. ....	72
Figura 8 Disciplinas da habilitação Licenciatura da reformulação do PPCB de 2004. ....	73
Figura 9 Disciplinas específicas das habilitações do Curso de Ciências Biológicas da reformulação do PPCB de 2004. ....	73
Figura 10 Seriação das disciplinas do primeiro ano (integral). ....	76
Figura 11 Seriação das disciplinas do primeiro ano (noturno). ....	77
Figura 12 Ementa da componente Introdução às Ciências Biológicas. ....	77
Figura 13 Ementa da componente Organização dos Seres Vivos. ....	78
Figura 14 Ementa da componente Biologia Celular. ....	78
Figura 15 Ementas das componentes Ficologia e Protozoários Heterotróficos. ....	79
Figura 16 Seriação das disciplinas do segundo ano (integral/noturno). ....	80
Figura 17 Ementa componente Embriologia e Histologia. ....	81
Figura 18 Ementa da componente Bioquímica. ....	81
Figura 19 Ementa da componente Imunologia. ....	82
Figura 20 Seriação das disciplinas do terceiro ano (integral/noturno). ....	83
Figura 21 Ementa da componente Evolução. ....	83
Figura 22 Ementa da componente Genética Geral e Humana. ....	84
Figura 23 Ementa da componente MicroBiologia. ....	84
Figura 24 Ementas das componentes Fisiologia Vegetal I e II. ....	85
Figura 25 Ementas das componentes de Zoologia. ....	86
Figura 26 Seriação das disciplinas do quarto ano (integral/noturno). ....	87
Figura 27 Ementa da componente Paleontologia. ....	88
Figura 28 Ementas das componentes Ecologia de Populações e Comunidades e Ecologia Sistêmica. ....	88
Figura 29 Seriação das disciplinas do quinto ano (noturno). ....	89



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Organização da intervenção com graduandos do último ano do curso de Ciências Biológicas. ....	53
Quadro 2 Análise documental do programas disciplinares do PPCB.....	91
Quadro 3 Gênero e idade dos sujeitos investigados.....	96
Quadro 4 Habilitação do Curso de Ciências Biológicas.....	97
Quadro 5 Motivações dos sujeitos para a escolha do curso.....	98
Quadro 6 Motivação dos sujeitos para a escolha da licenciatura.....	98
Quadro 7 Graduação cursada em período anterior. ....	99
Quadro 8 Especialização cursada.....	99
Quadro 9 Experiência profissional dos sujeitos.....	100
Quadro 10 Conceitos prévios sobre “O que é a Biologia?” .....	101
Quadro 11 Conceitos prévios sobre Biologia como ciência .....	101
Quadro 12 Transcrição das interações discursivas com licenciandos sobre a ciência Biologia .....	102
Quadro 13 Conceitos prévios sobre o surgimento da Biologia e suas características .....	104
Quadro 14 Conceitos prévios sobre a distinção da Biologia entre as demais ciências.....	107
Quadro 15 Conceitos prévios sobre a autonomia da Biologia.....	108
Quadro 16 Conceitos prévios sobre a Biologia fragmentada.....	110
Quadro 17 Conceitos prévios sobre a Biologia unificada.....	110
Quadro 18 Abordagem do objeto de estudo da Biologia.....	112
Quadro 19 Conceitos prévios sobre Organismo; Ser vivo e Vida .....	114
Quadro 20 Aplicação de conceitos e definições de vida.....	115
Quadro 21 Estudos sobre conceitos de vida .....	117
Quadro 22 Principais problemas relacionados ao fenômeno da vida .....	118
Quadro 23 Argumentos sobre a definição de vida pela Biologia .....	121
Quadro 24 Unidades sobre os conceitos abrangentes de vida .....	122
Quadro 25 Unidades de conhecimentos que demandam explicações sobre o fenômeno vida .....	123
Quadro 26 Transcrição das respostas de BQ e EPC. ....	124
Quadro 27 Transcrição das entrevistas com BQ e EPC.....	125
Quadro 28 Transcrição das respostas de BQ e EPC.....	126
Quadro 29 Transcrição das respostas de BQ e EPC. ....	128

## SUMÁRIO

<b>CAMINHOS PERCORRIDOS, HORIZONTES À FRENTE.</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1: ENTRELAÇAMENTOS HISTÓRICOS DO MUNDO VIVO E A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES</b>	<b>16</b>
1.1 A NATUREZA DA CIÊNCIA BIOLOGIA E SEU OBJETO DE ESTUDO	17
1.2 A EPISTEMOLOGIA DA BIOLOGIA E O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS PARA COMPREENSÃO DO QUE É VIDA	29
1.3 FENÔMENO VIDA: QUESTÃO POLISSÊMICA	36
<b>CAPÍTULO 2: DELINEAMENTO DA INVESTIGAÇÃO</b>	<b>48</b>
2.1 NATUREZA E A ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA	48
2.2 FASES DA CONSTITUIÇÃO DE DADOS DA PESQUISA	50
2.3 POR QUE ESTUDO DE CASO?	55
2.4 O AMBIENTE DO ESTUDO DE CASO	59
2.5 ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE DOS DADOS	62
<b>CAPÍTULO 3: A ORGANIZAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS</b>	<b>68</b>
3.1 O PROJETO PEDAGÓGICO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	68
3.2 QUAIS COMPONENTES CURRICULARES DO CURSO TEM POTENCIAL PARA SE DISCUTIR A VIDA?	76
3.3 O FENÔMENO VIDA: ABORDAGEM DIRETA OU INDIRETA?	90
<b>CAPÍTULO 4: O QUE É VIDA PARA LICENCIANDOS DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS?</b>	<b>96</b>
4.1. CARACTERIZANDO OS LICENCIANDOS INVESTIGADOS	96
4.2 CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE LICENCIANDOS ACERCA DA NATUREZA DA BIOLOGIA	100
4.4 CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE LICENCIANDOS ACERCA DO OBJETO DE ESTUDO DA BIOLOGIA	111
<b>CAPÍTULO 5: COMO A VIDA PODE SER EIXO INTEGRADOR DO CURSO?</b>	<b>121</b>
<b>CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>131</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>134</b>
<b>APÊNDICE I</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE II</b>	<b>146</b>
<b>APÊNDICE III</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE IV</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE V</b>	<b>149</b>
<b>APÊNDICE VI</b>	<b>150</b>

*“A coisa mais indispensável ao homem é reconhecer o uso que deve fazer do seu próprio conhecimento”.*  
Platão, 340 a.C.

## **CAMINHOS PERCORRIDOS, HORIZONTES À FRENTE**

“Por que pesquisar o fenômeno da vida?”

Para muitos professores de Ciências e Biologia explicar o seu objeto de estudo se resume na etimologia da palavra “Biologia” no quadro de giz, ao descreverem que “Bio significa vida” e “logia é o estudo”. Mas, seria isso suficiente? O que é vida?

Até o início de meus estudos para a construção do projeto de pesquisa para a seleção de mestrado, para mim, o conceito de vida era o mais clássico que se pode encontrar na literatura: “nascer, crescer, se reproduzir e morrer”. Porém, ao conhecer a História e Filosofia da Biologia, pude voltar ao tempo na época da Grécia Antiga e compreender diferentes formas de conceituar a vida, desde os primeiros pensamentos sobre o fenômeno, além de conhecer o seu desenvolvimento no desenrolar dos séculos por meio de descrições na literatura. Desta forma, a pergunta “o que é vida?” sempre esteve presente nos meus últimos seis anos de formação acadêmica, que compreendem os cursos de mestrado e doutorado.

Mas, confesso que desde a primeira vez que tentei esboçar algum entendimento sobre a vida, em agosto de 2013, tive inúmeras dificuldades. Naquela época, a qual eu me preparava para o mestrado, eu mal sabia como redigir um texto científico, principalmente um projeto de intenção à pesquisa. Entre as dificuldades de domínio da escrita, estavam mais ainda presentes as dificuldades de compreensão da literatura.

O tema é incrível, pois a vida é inerente a todos os seres vivos, logo, a sua compreensão possui grande relevância, ainda mais para uma bióloga e professora de Biologia. Mas, para quem estava naquele momento finalizando o curso de licenciatura em Ciências Biológicas e tentando ingressar na pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, o que se tinha de formação epistemológica e conceitual era superficial. A própria palavra epistemologia era de difícil compreensão e se tratando da Biologia ainda, só fez a complexidade aumentar.

Houve um episódio durante o último ano da graduação, enquanto me preparava para o mestrado, que foi marcado por toda essa complexidade epistemológica da vida: um professor, renomado evolucionista do curso, com todo seu conhecimento ao se aproximar da minha carteira cheia de livros de epistemologia da Biologia, perguntou-me: “você sabe o que é

epistemologia?” – de repente um calafrio tomou conta de mim e mal sabia por onde começar a responde-lo. –“Eu até hoje não sei o que é epistemologia...” – continuou o professor. Em seguida, senti um alívio, não porque estava livre de responder a temida questão, mas, por ter percebido naquele momento qual era o desafio a ser superado: entender a construção do conhecimento biológico acerca do fenômeno da vida e comunicar aos pares a importância desta epistemologia para a formação inicial.

Então, esse desafio começou no mestrado, com a investigação de discursos de professores e pesquisadores do curso de Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Maringá. Naquele momento, a minha intenção era resolver “Como esses profissionais conceituam/definem a vida?” e “De que maneira essas concepções se aproximam de reflexões epistemológicas, que podem contribuir no processo de formação de professores e pesquisadores para o entendimento do que é vida?”.

No desenvolvimento do mestrado, constatei que, ao contrário do ceticismo de alguns autores que concebem a impossibilidade de definir o que é vida, existem definições claras e objetivas sobre o fenômeno. Para os professores e pesquisadores do Curso de Ciências Biológicas, que aceitaram participar da investigação, a vida pode ser concebida como “*um processo cíclico*”; “*como organização celular*”; “*como interação*”; “*como um fenômeno seletivo*”; “*como informação*”; “*como metabolismo*”; “*como fenômeno reprodutivo*”; “*como fenômeno autopoietico cognitivo*” e “*como uma essência*” (RODRIGUES, 2016). Essas concepções são oriundas da construção núcleos de significados, obtidos com a análise de seus discursos. Logo, as mesmas não necessariamente são destacadas de forma isolada, uma vez que essas distintas formas de pensar, reveladas pela pesquisa de mestrado, mostraram que as definições apresentadas podem se complementar por meio de conceitos biológicos interdisciplinares.

Sendo assim, a vida, concebida por múltiplas faces pelos discursos de professores e pesquisadores investigados, trouxe à tona a existência de um pensamento polissêmico dentro do curso de Ciências Biológicas – o mesmo que cursei. Afinal, este ensaio demonstrou que, após um exercício reflexivo, cada professor pesquisador tem potencial para sintetizar uma definição de vida, principalmente, empregando conhecimentos de sua área de atuação. São essas definições que contribuem com o processo de formação de professores e pesquisadores, uma vez que todos os biólogos e professores de Biologia estudam a vida perante as componentes curriculares do curso.

Mas, ao concluir o mestrado, percebi que a problemática do fenômeno vida na formação inicial não havia sido esgotada. Pelo contrário, ainda faltava investigar como estes discursos de

professores sobre o fenômeno estavam repercutindo no processo de formação de novos professores das Ciências Biológicas. Ou seja, os graduandos estavam finalizando o curso aptos a explanarem o que é vida, de modo holístico e integrado, uma vez que o conceito de vida é polissêmico? Esta questão revelou que para prosseguir investigando o fenômeno vida nesta perspectiva era necessário ingressar no curso de doutorado.

Em meio aos estudos para o processo de seleção, principalmente aqueles que foram desenvolvidos no interior de uma *Comunidade de Prática*<sup>1</sup>: *Pesquisa e Ensino* (CoP), percebi a relevância de se ter um espaço para a discussão de problemas de interesse comum aos professores das Ciências Biológicas, professores da educação básica, mestrandos, doutorandos e graduandos do curso de Ciências Biológicas que constituíam essa comunidade.

Nessa CoP, onde participei de discussões em grupos de estudos sobre diversos temas, pertinentes ao campo formação de professores de Biologia, pude elaborar melhor o projeto de pesquisa para o doutorado. Os encontros com os integrantes dessa comunidade eram promovidos pela Universidade Estadual de Maringá, com parceria da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Dentre os temas diversos eram contemplados aspectos da teoria e da prática docente, sendo o fenômeno vida um dos temas pertinentes a essa atuação uma vez que questões sobre como caracterizar o objeto de estudo da Biologia e como ensinar o que é vida emergiram neste espaço.

Ao participar de debates na CoP sobre a vida, evidenciei a necessidade da minha pesquisa de doutorado averiguar como o currículo do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá possibilita os professores discutirem sobre o objeto de estudo da Biologia. Decidi, então, realizar a análise do currículo para poder compreender se este tem possibilitado os professores investigados no mestrado explanar sobre o fenômeno vital, perante o programa da componente curricular em que atuam. Além disso, também optei por inferir se essa formação de novos professores das Ciências Biológicas tem capacitado a explanação do que é vida. Para isto, a presente pesquisa necessitou de três fases investigativas, começando pela i) análise do currículo; perpassando pelos ii) diálogos com licenciandos e, realizando novos iii) diálogos com professores e pesquisadores já investigados no mestrado para mensurar os paradigmas e perspectivas do curso, no que tange ao fenômeno vida.

Desta forma, estas fases compuseram o estudo de caso do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, onde me formei e vivenciei as componentes curriculares

---

<sup>1</sup> Trata-se de um grupo colaborativo de pessoas engajadas por uma problemática comum e que partilham experiências, vivências e conhecimentos que podem auxiliar na prática dos membros da comunidade.

que são objetos desta investigação, para a obtenção do título de doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática.

Este estudo de caso que descrevo foi necessário para concluir o desafio inicial relatado. Ainda que na busca para fortalecer o paradigma da abordagem holística e integrada esta pesquisa discuta o fenômeno vida na formação inicial, admito de antemão que seu esgotamento está longe de ser alcançado. Mas, com certeza, esta pesquisa edifica novas escaladas no processo de construção de conhecimentos epistemológicos para a formação de professores.

Sendo assim, após diversas idas e vindas no percurso da pesquisa e com o respaldo da orientação, descrevemos na sequência a introdução, a qual explica como foi a evolução desta linha de pesquisa histórica e filosófica, os problemas investigativos e seus respectivos objetivos para explicar sobre a hipótese que, devido ao seu teor de complexidade, organiza este estudo de caso em uma espiral.

## INTRODUÇÃO

A epistemologia da Biologia é a Ciência da construção do conhecimento biológico, cuja importância no processo de formação inicial e continuada é marginalizada frente as diversas componentes curriculares que estudam o fenômeno da vida. Pesquisas desenvolvidas por diversos autores (DELIZOICOV, SLONGO, HOFFMANN, 2011; SILVA, 2006; BORGES, 1996) apontam que a epistemologia fica ao encargo de componente curricular que trabalha a História e Filosofia da Biologia, sendo frequentemente ofertada em um único momento da graduação, podendo ser semestral ou anual.

Todavia, uma formação epistemológica é necessária tanto para a atuação profissional de professores quanto para a de pesquisadores das Ciências Biológicas. Com os estudos históricos e filosóficos da Ciência e da Biologia é possível desconstruir visões neutras e demasiadamente a-críticas, a-históricas e empírico-indutivistas (CACHAPUZ et al, 2011; HIDALGO, LORENCINI-JÚNIOR, 2016). Afinal, a história por trás dos episódios das construções dos conhecimentos biológicos não é linear e cumulativa, mas sim gradual e concorrente com diversas formas de pensamento que a filosofia permite compreender (DELIZOICOV, SLONGO, HOFFMANN, 2011).

Além da relevância da epistemologia da Biologia por meio de sua história e filosofia para a compreensão da natureza desta ciência, podemos salientar que este campo de estudo permite problematizar e contextualizar os conhecimentos biológicos (HIDALGO, LORENCINI-JÚNIOR, 2016). Essa problematização e contextualização não significam realizar um anacronismo<sup>2</sup>, como uma forma de crítica e rechaço ao conhecimento do passado, mas, sim, compreender que o conhecimento possui construção contínua, uma vez que perpassa por diversos obstáculos epistemológicos e rupturas. Além disso, a História e Filosofia da Ciência permite compreender que o conhecimento científico é plural, ao ser construído por inúmeros trabalhos e colaboradores (CACHAPUZ et al, 2011).

Diante do exposto, era no mínimo esperado que durante a formação inicial do futuro professor pesquisador de Ciências e Biologia fosse promovido um debate epistemológico para a compreensão do objeto de estudo desta ciência – a vida. Para Mayr (1998), a História da Ciência contribui para compreender os problemas enfrentados no desenvolvimento da Biologia. A partir do reconhecimento destes problemas, as soluções e a produção do conhecimento

---

<sup>2</sup> Fenômeno de buscar relacionar episódios de uma determinada época com uma visão ou concepção de um período cronológico distinto, fazendo, neste caso uma associação temporal incorreta.

“enquanto atividade humana está, necessariamente, vinculada ao meio intelectual e institucional de cada época” (DELIZOICOV, SLOGO, HOFFMANN, 2011, p. 8842).

Todavia, como já relatado na trajetória desta pesquisa, no próprio processo de formação inicial não foi vivenciado debates profundos ou discussões históricas e filosóficas que dessem subsídios para articular uma concepção do que vem a ser a epistemologia da Biologia. Ainda ressaltamos que durante toda essa jornada, no curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, pouco foi discutido sobre o objeto de estudo da Biologia com professores e pesquisadores das componentes curriculares. Ou seja, ao final da graduação a presente autora estava licenciada, porém sem a capacidade de articular de forma integrada os conhecimentos biológicos para responder à questão “o que é vida”, mesmo que fosse em caráter histórico e filosófico.

Como já relatado em prefácio, a concepção de vida no último ano da graduação era demasiadamente clássica, descrita na literatura como sendo a de “ciclo vital” (FREITAS, 1989), afinal, de modo lógico, todos os seres vivos nascem, crescem, se reproduzem para perpetuar a vida e morrem. Mas, o conceito de vida extrapola essa clássica definição (EMMECHE; EL-HANI, 2000), que enumera propriedades pertinentes de uma lista (MAYR, 2008). Porém, o conhecimento da complexa teia da vida (CAPRA, 1996), que integra de modo articulado os conhecimentos biológicos já consolidados, foi sendo construído por meio de uma longa trajetória acadêmica com a formação continuada no curso de mestrado, sob a linha de pesquisa de História e Filosofia da Ciência. Porém, ao concluir o mestrado, haviam mais dúvidas no final do que no início. Enquanto no mestrado a busca era compreender epistemologicamente a vida nos discursos de professores do curso, agora, no doutorado foi compreender como essa formação epistemológica incide na formação de novos professores de Ciências e Biologia.

Durante o percurso acadêmico da formação continuada, foi identificado que professores e pesquisadores de diversas áreas das Ciências Biológicas poderiam sim conceituar e até mesmo definir o fenômeno vida, mas, desde que utilizassem conhecimentos pertinentes as suas respectivas áreas de atuação (RODRIGUES, 2016). Partindo de uma fenomenologia simplificada, faz sentido assumir a impregnação de um discurso referenciado pelas próprias pesquisas por esses sujeitos entrevistados, uma vez que lidam com diferentes referenciais que articulam e trabalham com conhecimentos biológicos referentes as expressões, organizações e fisiologias do fenômeno vital respectivamente ao seu campo de estudo. Ou seja, para um ecologista que trabalha com a interação de fatores abióticos e bióticos é natural que a concepção de vida seja a interação, enquanto para um bioquímico, que lida com propriedades auto



reguladoras de biomoléculas, assumir que a vida tenha caráter autopoietico<sup>3</sup> e cognitivo (RODRIGUES, 2016).

Porém, se os professores possuem esses discursos e a maioria dos biólogos têm dificuldades ao definir o que é vida (EMMECHE; EL-HANI, 2000), onde está a lacuna a ser preenchida? Esta indagação aponta para os novos desdobramentos que emergiram durante a atividade de pesquisa, que nos permitiu aprofundar este trabalho que se configurou em um estudo de caso.

A fim de delimitar o porquê deste trabalho ser um estudo de caso, vale a retrospectiva do desafio que permeou a formação da pesquisadora sobre o conceito de vida. Em um primeiro momento, no mestrado, foi constatado que é possível definir e conceituar o fenômeno vida e que os professores do curso têm concepções particulares da atuação. Mas, ao refletir sobre o da autora percurso de formação inicial, emergiu a reflexão sobre o fato de que existe algo que não tem promovido esses discursos obtidos na investigação do mestrado nas componentes curriculares curso de Ciências Biológicas. Logo, para buscar compreender a lacuna entre as concepções dos professores e as discussões no processo de formação inicial acerca do fenômeno vida – objeto de estudo da Biologia – propusemos por meio desta tese investigar como este fenômeno é e pode ser estudado nas componentes curriculares que compõem o curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, para formar professores e também pesquisadores capazes de articular conhecimentos sobre a vida, necessários à organização de seu ensino e de sua prática investigativa.

Desta problemática desafiadora, se desdobrou as perguntas de pesquisa desta tese:

1. Como o fenômeno vida é abordado nas disciplinas que compõem o curso de Ciências Biológicas?
2. Quais formas de pensamento sobre o fenômeno vida podem ser identificadas em estudantes do último ano do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas?
3. Quais perspectivas são apontadas por professores do referido curso de se trabalhar o fenômeno vida através de uma abordagem holística e integrada?

O fenômeno vida é o que perpassa essas questões, mas, o caso a ser investigado é o do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, regulamentado pelo Projeto Pedagógico (PPCB), homologado por meio do documento 3192/2005-PRO, que orienta o

---

<sup>3</sup> Conceito de Humberto Maturana e Francisco Varela (1998) sobre a vida ser uma máquina autopoietica, que tem a capacidade de utilizar a matéria e a energia do meio em seu interior para formar partes da própria “máquina” – que no caso é a célula e suas organelas.

currículo vigente, sendo este comum para todos os elementos investigados – componentes curriculares, licenciandos e professores.

Orientada pela problemática e questões de pesquisa, esta tese teve então o objetivo geral de compreender como o fenômeno da vida pode ser estudado nas componentes curriculares do curso de Ciências Biológicas, para formar professores e pesquisadores capazes de articular conceitos e definições que integram conhecimentos biológicos.

Deste objetivo geral, se desdobraram os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar elementos em ementas e programas de componentes curriculares do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá (UEM), que possibilitam a formação de conceitos e definições sobre o fenômeno vida.
2. Estudar as concepções e elaborações de conceitos e definições de vida por alunos do último ano do referido curso.
3. Analisar como os professores de disciplinas selecionadas vislumbram possibilidades de trabalhar o fenômeno da vida de modo holístico e integrado.

A presente pesquisa contou com um rol de instrumentos e estratégias de coletas de dados, a serem destacados:

- O documento do Projeto Pedagógico do Curso de Ciências Biológicas (PPCB) da referida universidade para análise das ementas, bem como os programas curriculares das disciplinas;
- Questionários discursivos;
- Entrevistas e interações discursivas com os sujeitos que participaram desta pesquisa, mediante termo de consentimento livre e esclarecido.

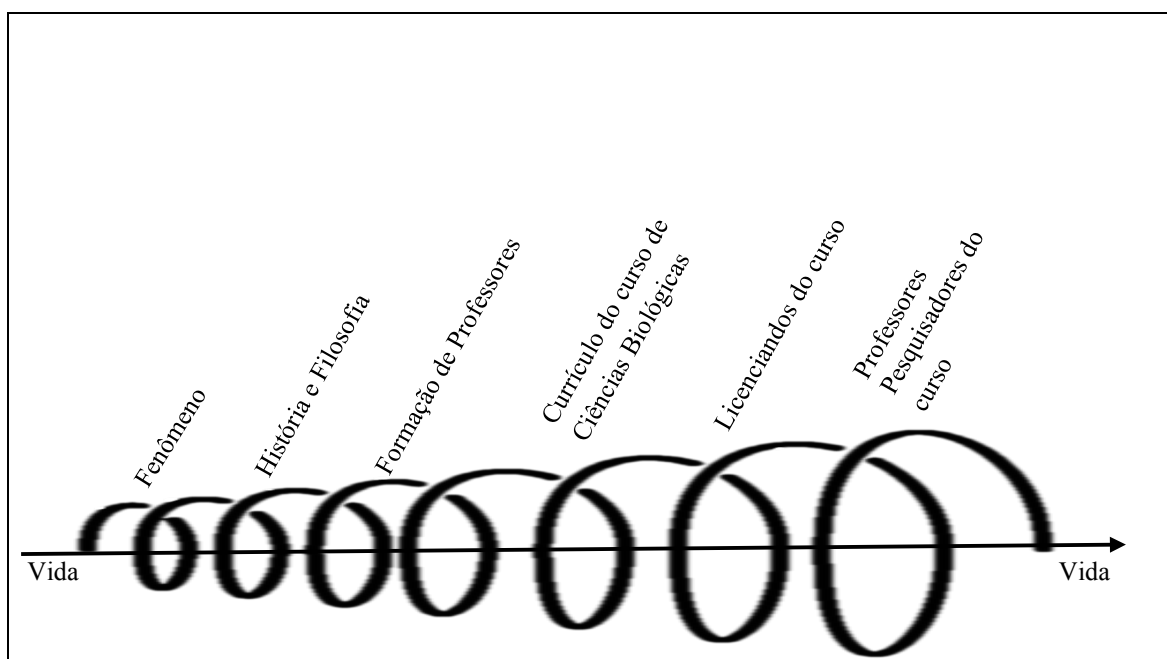
Em meio aos sujeitos que aceitaram participar desta pesquisa estão os licenciandos que cursaram a componente curricular de Estágio Supervisionado II, por estarem no último ano do curso integral que, neste caso, deveriam ter maior nível de formação para articular os conhecimentos biológicos para conceituar e definir o que é vida; e os professores pesquisadores de componentes do referido currículo do curso, que abordam o fenômeno da vida direta e/ou indiretamente e que já participaram da pesquisa desenvolvida no mestrado. A escolha de professores que já participaram da pesquisa a priori se deveu pela intenção de retomar a reflexão sobre “o que é vida” no campo de formação inicial para investigar o potencial do curso formar licenciandos capacitados a explanar sobre este fenômeno.

Neste sentido, assumimos a hipótese de que *o conceito de vida tem potencial para ser conceito integrador, estruturante, dos conhecimentos biológicos, que permite articular componentes curriculares do curso de Ciências Biológicas, para a formação de novos*

*professores de ciências e biologia capacitados a explicar o que é vida.* Ao considerar que o conceito de vida é polissêmico (RODRIGUES, 2016), nós – pesquisadora e orientadora – estruturamos este trabalho mediante as múltiplas faces do fenômeno vida e as suas aplicações e implicações, que podem orientar no contexto universitário a organização do currículo e a formação de novos professores e pesquisadores da Biologia.

Desta forma, compreendemos que para atender a emergência da complexidade da constituição de cada capítulo que constitui esta tese, explanamos por meio da figura 1 a representação da espiral desta pesquisa.

Figura 1 Diagrama do desdobramento da pesquisa.



Fonte: das autoras.

Nesta pesquisa, afirmamos que o fenômeno de estudo é a vida (seta do diagrama) que é o fio condutor do objeto da investigação, que é o curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá (espirais). Isto é, cada giro da espiral representa a compreensão de elementos pertinentes para o curso investigado – que compõem o caso deste estudo – sendo que cada um destes possui seu nível de complexidade, ou seja, de interações. Salientamos que por complexidade não entendemos como sinônimo de dificuldade, mas sim por número de conexões e interações que são feitas, neste caso, com o objeto de estudo. Sendo assim, o fenômeno vida, os aspectos históricos e a formação de professores descritos no diagrama compreendem a fundamentação teórica desta tese e apresentam conexões com o curso, porém, não tão imbricadas quanto o PPCB que orienta o currículo do curso, quanto os licenciandos que

vivenciaram e perpassaram as componentes curriculares do curso e os professores que atuam sob a grade curricular, ministrando componentes e, em alguns casos, orientando a organização do curso. Chamamos a atenção para o final da espiral, onde se encontra o maior diâmetro voltado ao fenômeno vida. Nesta parte do trabalho tecemos as considerações relevantes considerando toda a atividade investigativa que compõe esta pesquisa.

A partir daqui, após ter percorrido um longo caminho de construções e reconstruções conceituais, apresentamos os porquês de a vida ser um conceito integrador e estruturante no currículo do Curso de Ciências Biológicas. Além disso, explanamos sobre como o pensamento holístico do fenômeno tem potencial para ser uma abordagem e o paradigma da formação de novos professores de Ciências e Biologia. Para isto, esta tese se divide em seis capítulos, sendo o primeiro uma fundamentação teórica acerca da epistemologia da Biologia para o conceito de vida e a formação inicial; o segundo referente a estratégia metodológica utilizada nesta investigação e o desenvolvimento da mesma; o terceiro contemplando a análise documental do PPCB; o quarto referente a análise dos dados obtidos com os licenciandos do curso; o quinto referente a análise dos dados obtidos com professores de disciplinas do curso; e, por fim, o sexto capítulo para tecer algumas considerações sobre os paradigmas e perspectivas para o curso de Ciências Biológicas da universidade deste estudo, em relação ao uso do fenômeno vida como conceito estruturante, que faz a integração de conhecimentos biológicos.

*“A vida é algo que se come, que se ama ou que é letal”.*  
Lovelock.

## **CAPÍTULO 1: ENTRELAÇAMENTOS HISTÓRICOS DO MUNDO VIVO E A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES**

A epistemologia da Biologia é a ciência da construção do conhecimento biológico. Ao considerar que a Biologia estuda a vida, logo esse campo de estudos deve dizer respeito a como este fenômeno foi concebido no percurso histórico da humanidade de modo científico (MEGLHIORATTI et al, 2007). Entretanto, o que a literatura dispõe sobre a epistemologia desta ciência ainda é incipiente quando comparado aos referenciais da física e da química. Ora isto se deve a Biologia ser uma ciência de reconhecimento tardio, ora também devido aos poucos biólogos que se dedicam a publicar sobre como é o desenvolvimento do pensamento biológico (MAYR, 2008; 2005; 1998; JACOB, 1983).

Todavia, nas últimas décadas tanto no Brasil quanto mundo a fora, inúmeras contribuições têm se somado ao campo da epistemologia da Biologia. As pesquisas desenvolvidas no domínio conceitual têm buscado respaldo na história e filosofia para tecer compreensões acerca de como são as visões de mundo sobre os conhecimentos biológicos (CARNEIRO; GASTAL, 2005). Alguns conceitos amplamente estudados são: origem da vida (SANTOS, 2019; NICOLINI; FALCÃO; FARIA, 2010; HARTMAN, 2000); organização dos seres vivos (MEGLHIORATTI; EL-HANI; CALDEIRA, 2012; MEGLHIORATTI, 2009; MATURANA; VARELA, 1998); evolução (JABLONKA; LAMB, 2010; BELINI, 2006; MEYER; EL-HANI, 2005); ecologia (MEGLHIORATTI; EL-HANI, 2012; LOVELOCK, 1988), gene (RAMOS; NEVES; CORAZZA, 2012) e, não menos importante, a vida (RODRIGUES, 2016; RODRIGUES; CORAZZA, 2015; CORREA; MEGHLIORATTI; CALDEIRA, 2009; CORRÊA et al, 2008; SILVA, 2006; COUTINHO, 2005; KAWASAKI; EL-HANI, 2002).

Desta forma, pode-se dizer que a Biologia – diferente da física e da química – caracteriza-se como a ciência dos conceitos (MAYR, 2008), uma vez que seu objeto de estudo possui características próprias e metodologias particulares de estudo. Foi a epistemologia da Biologia que permitiu elucidar essas características, uma vez que foi edificada por reflexões particulares de estudiosos dessa ciência que pensavam de modo distinto da filosofia physicalista. Justina (2011, p. 47) ressalta bem isto ao afirmar que “pensar a biologia de forma epistemológica é refletir em nível dos conceitos, como estes foram e continuam sendo

(re)construídos. Discutir os conceitos centrais da biologia é uma etapa importante para a sistematização do conhecimento científico.”.

Nesta perspectiva, este capítulo se dedica a caracterização da natureza da ciência Biologia e de seu objeto de estudo, além de discutir sobre como o fenômeno vida e suas concepções são relevantes para o processo de formação inicial de novos professores de Ciências e Biologia. Este capítulo é de suma importância para a tese, uma vez que adiante mostramos as reflexões teóricas que nos levaram a tecer compreensões sobre o caso do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá.

### **1.1 A natureza da ciência Biologia e seu objeto de estudo**

Por muito tempo, um dos métodos mais evidentes para a atividade científica da Biologia foi a descrição e a classificação de seus fenômenos. Desta forma, no passado, antes do termo Biologia ser cunhado, era a História Natural dos naturalistas que possuía domínio teórico e experimental, como em qualquer outra ciência. Mas, esta forma de estudar os fenômenos biológicos não era considerada por muitos cientistas como um campo experimental, uma vez que divergia em muitos aspectos das ciências exatas. Com isto, a Biologia, para ser estabelecida, enfrentou uma extensa luta para seu reconhecimento na comunidade científica (MAYR, 2008; JACOB, 1983).

Em uma breve retrospectiva, o estudo do mundo vivo desde a Grécia Antiga até meados do século XIX sofreu forte influência dos estudos do mundo físico-químico (MAYR, 2008; 2005; 1998, JACOB, 1983). Nesse período extenso, o mundo vivo foi estudado de forma fragmentada e desarticulada – não que atualmente isto também não ocorra, mas, naquele tempo as correntes de pensamento e as abordagens mais populares eram bem distintas das concebidas pela Biologia atualmente (EL-HANI, 2002). Para o entendimento do funcionamento do corpo humano, por exemplo, contavam-se com os estudos dos médicos; enquanto para o reconhecimento e classificação das plantas, tinham-se os botânicos; para o estudo dos animais, recorriam-se aos zoólogos; para o estudo das células e dos seres microscópios, tinham-se os químicos e, para o estudo da origem das espécies – evolução – contavam-se com os historiadores naturais. São tantas divisões que classificavam o trabalho sobre um objeto comum a todas essas áreas de estudo, que o fenômeno da vida passou a ser um epifenômeno<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Quando um fenômeno central se desloca para a periferia. Ou seja, a marginalização devido de um fenômeno.

Ainda vale ressaltar que dentro dessas divisões de estudo do mundo vivo era evidente e operante sobre essas o paradigma de um pensamento mecanicista e fisicalista (MAYR, 2008; 2005; 1998), uma vez que para o mundo inanimado estas concepções frequentemente fundamentavam e bastavam para os estudos de suas partes. Desta maneira, era recorrente para os estudiosos conceber um sistema vivo em analogia ao mundo físico-químico. Ou seja, os seres vivos estavam sendo estudados em comparação com os seres não vivos, e isto era aceitável perante as visões de mundo sobre a natureza da ciência que respaldaram a atividade científica como um todo – seja na Física, na Química ou na Biologia. Mas, a medida em que o desenvolvimento das ciências da natureza adentrava os séculos pós-Revolução Científica, o fazer ciência da Física não era suficiente para a construção de conhecimentos biológicos.

Em uma breve história sobre a vida na Terra, observamos que conforme os ensaios físicos se tornavam insuficientes para explicar integralmente o fenômeno, distintas abordagens que concorriam entre si como formas de estudar o mundo vivo ganharam espaço e se tornaram frequentes. Para compreender esse processo histórico de constituição de uma dada ciência é necessário regressar aos contextos de produção de conhecimento, compreender as abordagens e visões de mundo vigentes, caso contrário, significa vender os olhos para o arcabouço que sustenta as rupturas e as emergências de novos conceitos e de diferentes formas de se pensar.

Foram os debates históricos e filosóficos entre os estudiosos do mundo vivo e do não vivo que proporcionaram suscitar uma ciência particular para compreender a vida – a Biologia. Esta ciência emergiu no século XIX diante da configuração de uma nova abordagem de pensamento, distinta daquelas imbuídas nas ciências físico-químicas, intitulada de organicismo (MAYR, 2008; 1998; JACOB, 1983).

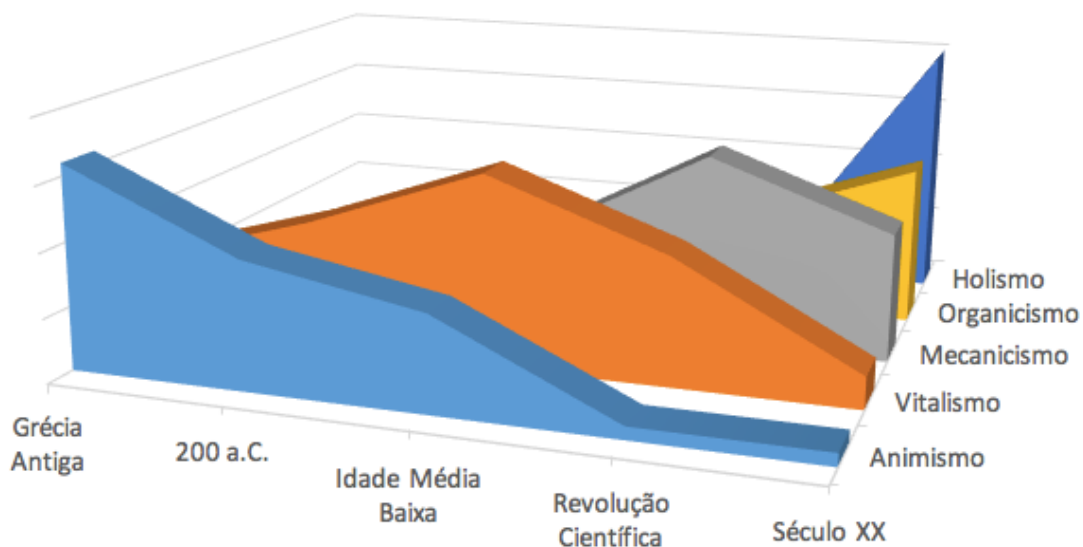
Embora o termo organicismo possua um conceito, que é o estudo da ciência do mundo vivo centrado no organismo, para a Biologia isto representa no campo epistemológico o início da busca por sua autonomia (MAYR, 2008; EL-HANI, 2002). Isto é, o organismo é aquele constituído por vários e distintos níveis de organização que possuem constante interação entre suas partes, de modo que o estudo singular de cada uma não representa a compreensão do todo, apenas o conhecimento isolado desta fração da vida. Desta forma, para estudar e compreender o fenômeno da vida, o compromisso da Ciência Biologia passou a ser a unificação de suas áreas de estudo, não como um casamento forçado entre botânica e zoologia, por exemplo, mas sim por reconhecer o objeto comum a todas estas (SMOCOVITIS, 1992; GAYLORD, 1957).

Todavia, antes de nos aprofundarmos na abordagem organicista para o estudo do mundo vivo, primeiramente se faz necessário compreender os caminhos necessários que levaram à consolidação deste paradigma de produção de conhecimento. Desta forma, poderemos

compreender o estabelecimento da natureza da Ciência Biologia e caracterização de seu objeto de estudo, por meio da evolução do pensamento biológico (MAYR, 1998). Para isto, nos organizamos em meio aos referenciais teóricos para a construção de um recorte cronológico do seu desenvolvimento desde a Antiguidade até o momento atual. Salientamos que essas discussões e reflexões só foram possíveis por meio de estudos da História e Filosofia da Biologia, que nos permitiram compreender a complexa epistemologia desta ciência que revela os paradigmas das principais correntes de pensamento acerca do fenômeno vital.

O remonte cronológico, elaborado nesta pesquisa por meio da ilustração gráfica da Figura 2, demarca as principais cenas e as concepções que permearam entre elas para as explicações do que é vida. A ideia desta figura é demonstrar que da mesma forma como a história não é linear e cumulativa, mas sim constituída por várias camadas e contextos sincrônicos, as correntes de pensamento também são e, em muitos momentos, houve a coexistência de diferentes formas de explicar o fenômeno da vida. Esta necessária coexistência, como ressalta Mayr (2008), foi o que norteou os conflitos, debates e discussões entre filósofos, historiadores naturais e cientistas, que contribuíram com seus estudos para grandes feitos com episódios de destaque no que se refere à construção do conhecimento em relação à vida, no sentido biológico, mesmo que a Ciência Biologia tenha se consolidado apenas a partir do século XIX (JACOB, 1983; EMMECHE; EL-HANI, 2000).

Figura 2 Repercussão das principais correntes de pensamento sobre o fenômeno da vida.



Fonte: das autoras.

Ao se tentar resumir em uma ilustração os principais pensamentos sobre o fenômeno vital, podem surgir limitações e omissões de aspectos relevantes da Epistemologia da Biologia.



Todavia, para uma compreensão generalista, julgamos necessário partir deste caminho para depois realizar o seu aprofundamento.

Na Figura 2, destacam-se as principais formas de se pensar o mundo vivo presentes na literatura, a começar pelo animismo, que é uma das formas de conceber que o estar vivo significa estar animado por uma essência, sendo esta muitas vezes caracterizada pelo pelos povos antigos através do movimento dos corpos (MARGULIS; SAGAN, 2002; JACOB, 1983). Nesta perspectiva, além dos seres humanos, o chão que tremia e o raio que ‘urrava’ pelo trovão compuseram por muito tempo os elementos animados da natureza para os povos dos primórdios da civilização. Ou seja, a matéria bruta e as descargas elétricas eram consideradas seres vivos por serem dotados de uma essência. Como descrevem Margulis & Sagan, (2002, p. 18): “Nossos ancestrais descobriam espíritos e deuses por toda parte, animando toda a natureza. Não só as árvores tinham vida, também o vento que uivava pelas savanas.”.

O animismo foi uma corrente de pensamento predominante na Grécia Antiga, no entanto, neste mesmo berço o próprio saber mítico passou a ser substituído pelo saber racional, de modo que a filosofia grega contribuiu com aprofundadas explicações para os fenômenos vitais (MARTALO, 2010). Mas, nessa época a ciência e a filosofia assumiam um importante corpus teórico e por isto muitas explicações, ainda que fossem científicas, concorriam e eram imbuídas de um pensamento animista (ARANHA; MARTINS, 1998).

Para elencar algumas das sistematizações da época da Grécia Antiga, destacamos as obras de Platão (428-347 a.C.) e de Aristóteles (384-322 a.C.) que propuseram formas de se pensar sobre a vida que foram disseminadas por séculos adiante. Para Platão, por exemplo, os planetas que orbitavam voluntariamente em volta da Terra eram considerados como seres vivos e perfeitos que habitavam o céu e, assim como nós, também eram dotados de alma e, por isso, viventes (PLATÃO, 1999). Notamos nesses escritos que mesmo com a emergência da ciência, algumas explicações recorriam as suas causalidades às obras divinas.

A partir da concepção de uma divindade e de uma alma que habita os corpos vivos, eis que no próprio domínio científico-filosófico emerge o pensamento vitalista para explicar o fenômeno vital por meio de um “sopro” ou de um “princípio vital” ou, simplesmente, o “algo a mais” que fornecia vida aos seres vivos.

O vitalismo, corrente filosófica-teórica arraigada na Grécia Antiga, teve sua ascensão mediante as traduções de Aquino (2001) dos manuscritos de Aristóteles sobre sua grandiosa obra *De Anima*, escrita em torno de 412 a.C, para explicar a existência desse princípio vital por meio de uma alma nos seres viventes. Segundo Rodrigues (2016, p. 16):

“Para o filósofo grego, o entendimento da natureza, bem como da essência da alma, consistia de uma importante investigação, uma vez que se relacionava com o princípio dos animais e vegetais, sendo a alma a responsável por separar os seres vivos da matéria física inerte.”

Essa concepção animista era responsável por fornecer a alma aos seres humanos, mas também nos demais animais e nas plantas. Aristóteles reuniu três aspectos da alma concebida por ele, sendo esses aspectos a percepção sensorial, o movimento e a incorporeidade, para afirmar que “A vida é aquilo pelo qual um ser se nutre, cresce e perece por si mesmo” (ARISTÓTELES, 2010). Com esta definição para o fenômeno deste estudo, observamos o berço do conceito de ciclo vital para definir a vida. Mas, ainda que esta concepção fosse simples, elegante e objetiva, o problema que repercutiu foi a dificuldade para se chegar a um consenso sobre quais seriam, então, os corpos dotados de alma para serem considerados seres vivos. Para Aristóteles naquele momento estava claro a existência de três tipos de alma - a dos animais, a dos vegetais e a humana (ARISTÓTELES, 2010).

Esse vitalismo incorporado aos animais e as plantas teve sua ascensão, concorrendo com o animismo – mesmo que este passou a decair – na Idade Média. Um dos fatores que contribuiu para o reforço deste pensamento para explicar o fenômeno vital é a Escolástica, que definia quais aportes gregos seriam traduzidos e inseridos na cultura e na formação dos eclesiásticos (ARANHA; MARTINS, 2001; CHAUI, 2000). Com isto, as interpretações dos manuscritos gregos eram submetidos às crenças cristãs, dando forma ao conhecimento grego a religiosidade, deslocando a alma para fora do corpo por ser doada por uma entidade divina. Ou seja, na Idade Média Baixa o corpo que possuía vida era aquele que retinha alma, mas não somente isto, além da vida a alma também conferia a racionalidade (ARANHA; MARTINS, 2001; AQUINO, 2001). Desta forma, houve um deslocamento da compreensão de vida direcionada para os humanos, de modo que os demais seres passassem até mesmo serem concebidos como máquinas, de acordo com Descartes (1596-1650) (MAYR, 2008).

Ainda que a Figura 2 não destaque o pensamento teleológico, vale ressaltar que em meio aos vitalistas – e os mecanicistas em ascensão com a Revolução Científica – era comum explicar a vida com sentido de propósito, de modo que os humanos e tudo o que compunha a Terra fossem criados por Deus para uma causa final (FERREIRA, 2010; MAYR, 2008). Essa concepção não é exclusiva da religião embora seja até os dias atuais predominante neste âmbito, mas até mesmo fora deste âmbito é comum observar a busca pelas causas finais de um dado problema nas diversas áreas de estudos, incluindo a própria genética (RODRIGUES, 2016). Mas, essa metafísica se tornou alvo de discussão no campo das ciências no sentido de

desprestígio da mesma na medida em que emergia o mecanicismo e o fisicalismo para as explicações do mundo vivo.

Em meio as distintas concepções da Figura 2, talvez o embate mais marcante e divergente de pensamentos seja a culminação da Revolução Científica e o reforço do pensamento Mecanicista para explicar a vida por um viés físico e mecânico (MAYR, 1998; 2005; JACOB, 1983). Nessa linha de pensamento emergiram as analogias dos sistemas vivos às máquinas. Os estudos de Lavosier (1743-1794) sobre a combustão, por exemplo, comparavam os fenômenos físico-químicos da queima de uma vela com os mesmos da respiração de um pássaro (JACOB, 1983). Para ele, a vida ao ser explicada pelos mesmos conceitos, técnicas e medidas, foi analisada em termos de máquina, conforme foram sendo descobertos fenômenos físicos presentes no organismo vivo. Nessa concepção,

“A máquina animal, diz Lavosier, é governada basicamente por três reguladores principais: a respiração, a transpiração, que aumenta ou diminui dependendo da necessidade de maior ou menor calórico; enfim, a digestão, que devolve ao sangue o que ele perde pela respiração e pela transpiração.” (JACOB, 1983, p. 50).

Adepto deste pensamento, Descartes também concebia que a matéria era a mesma para todos os corpos, porém somente o corpo humano era habitado por um espírito, ou seja, uma força externa e oculta (JACOB, 1983; SPINELLI, 2013). Este cientista filósofo e outros seguidores entendiam que as leis do movimento eram suficientes para explicar a combinação da matéria para a formação e funcionamento dos seres vivos, Todavia, o fenômeno da vida ligado ao espírito humano possuía uma explicação à parte (SPINELLI, 2013). Por isto, essa coexistência entre vitalismo e mecanicismo, mesmo antagônicos naquele momento, era um tanto necessária.

Porém, evidenciamos nesse contexto mecanicista de construções de conhecimentos que para explicar o mundo vivo não houve uma fronteira bem delimitada para definir se a vida era problema da física, da química, da história natural ou da medicina (RODRIGUES, 2016).

Com o desenrolar da História da Ciência, emergiu o pensamento organicista de uma polarização entre as correntes vigentes (vitalismo e mecanicismo). Para alguns autores, como El-Hani (2002), o organicismo também pode ser concebido como um certo tipo de fisicalismo não-reducionista ao pautar o estudo do mundo vivo através de leis físicas. Afinal, atualmente sabemos que a vida, na cronologia da Terra, surgiu – por evolução química<sup>5</sup>– após os eventos

---

<sup>5</sup> A evolução química é uma teoria que concebe a organização e interação de moléculas inorgânicas simples em moléculas inorgânicas complexas, como as orgânicas que possuem como base estrutural o

físico-químicos que deram origem ao planeta. Então, é natural que seja utilizado conhecimentos físicos e químicos para explicar os organismos mesmo sob viés do pensamento organicista. Para tornar claro, a diferença entre o organicismo e o mecanicismo é a forma de enxergar e estudar o fenômeno: enquanto o mecanicismo estuda o funcionamento das partes o organicismo se preocupa com a complexidade da interação das partes para compor o todo (MAYR, 2008).

Em contrapartida, as diferenças entre essas duas formas de explicar a vida levaram a uma polarização entre as correntes, o que deu espaço para a estruturação do organicismo, em meados dos séculos XIX e XX, sendo esta uma concepção filosófico-teórica mais complexa e atrelada ao estudo holístico da vida (MAYR, 2008; 2005).

No período em que emerge o organicismo podemos relacionar também com a história da Ciência Biologia, isto é, com o processo de demarcação de uma ciência para o estudo do mundo vivo. Nesta forma de conceber o ser vivo, a vida e os organismos deveriam ser estudados por uma outra ciência, a Biologia, cuja emancipação, em primeiro momento, deveu-se aos esforços para explicar este fenômeno para além dos ensaios físicos e químicos (MAYR, 2005). No entanto, a própria abordagem organicista revela “a complexidade e singularidade física dos organismos como um sinal da autonomia (mas não da independência) da Biologia em relação a ciências que lidam com níveis de organização que precederam os sistemas vivos na evolução do universo, como a física e a química.” (EL-HANI, 2002, p. 204).

O organicismo traz para o centro das discussões biológicas o conceito de organismo e a possibilidade de explicar os processos vitais por meio das interações das partes para a relação com o todo. Nesta corrente, considera-se que os seres vivos são sistemas abertos, altamente complexos e organizados, mas que sofrem modificações por alterações do meio, estando assim sujeitos aos processos evolutivos (MAYR, 2008). O papel desta filosofia organicista tem relevância para a extração de modelos conceituais, teóricos e filosóficos que organizam as dimensões substantivas e as definições centrais de vida (EL-HANI, 2002; EMMECHE; EL-HANI, 2000).

Embora incipiente, o organicismo deixa sua influência no âmbito da história natural e da Biologia de modo que os estudiosos destas áreas discursam sob uma perspectiva holística do fenômeno da vida, considerando que o organismo é o principal foco de interesse para a sua compreensão. Neste sentido, é importante destacar que

“a organização dos sistemas vivos é o problema, e não o ponto de partida axiomático, da pesquisa biológica. As relações organizacionais existem, mas elas não estão além do domínio e da compreensão científicas. Por outro lado,

---

elemento carbono associado à hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre – caracterizando desta forma a “química da vida”.

suas leis não são provavelmente redutíveis às leis que governam o comportamento das moléculas em níveis inferiores de complexidade” (NEEDHAM, 1937 *apud* EL-HANI, 2002, p.204).

De acordo com as palavras de Joseph Needham (1937), parece óbvia a importância que a organização tem perante a ciência da vida. No entanto, vale ressaltar que as características únicas do organismo não se devem apenas à sua organização, mas também à coordenação dos fenômenos que constituem o ser vivo e à emergência de características e propriedades a cada nível de organização (MAYR, 2008).

Foram essas características e propriedades emergentes que levaram os estudiosos dos seres vivos a descrever suas propriedades, caracterizando-os por meio de: sua organização; composição química; capacidade de responder a estímulos; capacidade de se autor-reproduzir; capacidade de se adaptar ao ambiente e evoluir (MAYR, 2008). A partir disso, Mayr (2005; 2008) e Emmeche e El-Hani (2000) ressaltam uma lista de propriedades que busca definir o que é a vida. Mas seria uma lista suficiente para definir e conceituar a vida? Os autores Emmeche e El-Hani (2000) salientam que é difícil estabelecer quais propriedades são pertinentes à lista e, principalmente, julgar se a lista de fato aborda todas as que são necessárias à vida, ou não. Além disso, várias listas foram propostas pela literatura. Mayr (1998), por exemplo, propõe uma lista que contempla nove propriedades da vida, sendo elas a evolução, composição química, programa genético, metabolismo, auto-regulação, organização, respostas aos estímulos, ciclo de vida e capacidade de extrair energia do meio para manter sua ordem.

Não muito diferente de Mayr (1998), Koshland (2002) lista as propriedades inerentes à vida ou aos seres vivos definindo o fenômeno por meio da palavra PICERAS, que representa sete pilares do fenômeno.

O primeiro pilar é denominado *Programa*, referente ao programa genético que todo ser vivo precisa ter baseado em DNA e RNA. O segundo é a *Improvisação*, ou seja, as mudanças que o ser vivo sofre no *programa* em relação aos processos mutagênicos ou a frequência gênica pelo próprio processo de reprodução (fluxo gênico e frequência alélica). O terceiro pilar é a *Compartimentalização*, que permite centralizar e especializar determinadas funções, como aquelas que ocorrem dentro das organelas que em conjunto trabalham para a função específica da célula, esta, em conjunto com outras, desempenha as funções do tecido e, de modo hierárquico, se tem a compartimentalização da vida em frações funcionais elementares. O quarto pilar é a *Energia*, que está relacionado com a capacidade que os seres vivos têm de extrair a energia do meio através de diversos recursos para realizar trabalho, principalmente, para manter-se em equilíbrio constante. O quinto pilar é a *Regeneração*, que permite construir,

desconstruir e reconstruir de novo as estruturas, com moléculas utilizadas pelo metabolismo, que se associam com a homeostase e a compensação termodinâmica, uma vez que os seres vivos são sistemas abertos e que fogem a segunda lei da termodinâmica<sup>6</sup>. O sexto pilar é a *Adaptação*, que em um primeiro momento também pode ser compreendida como uma forma de improvisação, porém, mais rápida que esta, por envolver mecanismos externos de especiação e seleção natural que envolvem mudanças abruptas no meio e exigir do ser vivo um mecanismo de feedback, enquanto a improvisação consiste de uma alteração no programa que viabilize a adaptação. O último pilar pode ser traduzido como *Isolamento* (no inglês *seclusion*), pois se relaciona com capacidade que a vida tem de ser única e particular na sua forma de se comunicar por meio do código genético, das expressões do gene e das exclusividades entre substratos e enzimas nas rotas metabólicas. Isto é, o último pilar ressalta as especificidades e particulares de cada organismo, das reações metabólicas, de forma que essas particularidades garantam a eficiência da vida.

As categorias de Koshland (2002) são semelhantes e compartilham grande parte do domínio conceitual das propriedades elencadas por Mayr (1998). Além disso, todas estas categorias podem se reunir para definir o que é vida, fundando um conceito clássico. Mas, a recorrência de três ou quatro das categorias mencionadas, também poderão ser suficientes para que se obtenha uma definição de vida. Ou seja, tanto Mayr (1998) quanto Koshland (2002) e outros autores que defendam as listas de propriedades estão aptos a definir o que é vida, mas o importante é como compreende-las mediante o pensamento biológico. Aos olhos de um mecanicista e estritamente fisicalista, uma ou duas propriedades podem satisfazer a definição de vida, já que a compreensão destas partes satisfaz o entendimento do todo. Mas, para uma abordagem centrada no organismo, cada propriedade possui interdependência para que a outra ocorra. Neste sentido, podemos abrir espaço para discutir a emergência de propriedades a cada nível de interação e também do holismo, sendo este um pensamento biológico que envolve não apenas o estudo do todo, mas também a complexa rede de interações que este todo tem também com ambiente ao seu redor.

O uso de uma abordagem holística, que enfatiza o todo em uma perspectiva sinérgica, é uma concepção atual da epistemologia da Biologia e permite conduzir os estudos do fenômeno em nível de holarquia ao invés de hierarquia. Embora a hierarquia seja amplamente

---

<sup>6</sup> Nesta lei a entropia de um sistema fechado tende a aumentar com o tempo, mas como os seres vivos, embora compartimentalizados, não são fechados pois possuem constante troca com o meio, ocorre o contrário: se alimentam de entropia para manter a negentropia (se alimenta de desordem para manter a ordem – Schrödinger (1997)).

difundida e fluente nos dias atuais para o estudo dos seres vivos, percebemos que esta abordagem pode assumir aspecto reducionista, uma vez que se preocupa em estabelecer fronteiras entre os níveis de complexidade, como ocorre em organismos pluricelulares (célula < tecidos < órgãos < sistema < organismo). Sendo assim, a compreensão é estagnada ao nível de organização e não necessariamente faz relações com os níveis antecessores e sucessores. Por isto, a abordagem holárquica se estrutura em oposição a hierárquica, uma vez que esta até pode sugerir um nível de maior ou menor importância. Stephan Harding (2008) e James Lovelock (1988) são concordantes com a Hipótese Gaia<sup>7</sup> ao defenderem que para o estudo da vida nenhum nível é fundamental, uma vez que a natureza se auto organiza em série de múltiplos níveis de redes, que estabelecem outras e novas redes e assim sucessivamente – uma holarquia. Em concordância com a essa concepção, Margulis e Sagan (2002) explicam a ocorrência de emergência de novas propriedades do fenômeno da vida quando este possui interações simbióticas.

Por emergência, compreendemos que é a propriedade de surgir novas propriedades, relações e interações na medida em que diferentes eventos ocorrem entre os níveis de organização da vida, que de alguma forma se entrelaçam (EMMECHE; EL-HANI, 1999). Desta forma, diferentemente de uma hierarquia, a organização por meio de uma holarquia não possui um nível mais importante que outro, apenas níveis nos quais um conjunto de eventos revelam propriedades que antes isolados jamais poderiam ser previstas (HARDING, 2008).

Como exemplo dessa emergência se pode destacar o efeito catalítico que as bactérias, protozoários e fungos viventes no sistema digestivo de ruminantes têm para com a celulose – principal fonte de energia de bovinos. De forma isolada, de um lado se tem as gramíneas, que são vegetais que possuem prioritariamente como fonte de carboidratos aqueles classificados como estruturais do que aqueles classificados como energéticos. Logo, para se obter uma grande quantidade de glicose a partir do pasto, a molécula estrutural e insolúvel de celulose precisa ser quebrada para o fornecimento de energia. Do outro lado, mamíferos de modo em geral não são capazes de degradar a celulose para obter a glicose. Por isto, boa parte dos vegetais consumidos pelos mamíferos estimulam o peristaltismo gastrointestinal devido a não digestão da celulose. Mas, no caso dos ruminantes, como os bovinos, é diferente. As bactérias, protozoários e fungos que por um processo natural tiveram acesso ao sistema digestivo desses animais, se alojam em glândulas salivares e passam muito bem a conviver nesse ambiente.

---

<sup>7</sup> Disseminada em meados da década de 1980 por James Lovelock (1988), Hipótese Gaia afirma que a Terra é um grande organismo vivo, uma vez que suas propriedades atmosférica, litosférica e hidrosférica são reguladas em um grande sistema de retroalimentação, desencadeado pela presença da vida.

Isoladamente, esses micro-organismos conseguem degradar a molécula de celulose e outros carboidratos, contribuindo para a liberação de uma grande quantidade de glicose, que este é o carboidrato essencial quando o assunto é energia para a vida. Pois bem, se todos esses seres fossem estudados isoladamente, de modo hierárquico, se perderia de vista a propriedade significativa que a fermentação e a celulase (enzima que degrada a celulose) têm em um complexo simbiote para a existência de seres ruminantes. Isoladamente, poderíamos afirmar que: a gramínea nem de longe seria considerada um vegetal energético; assim como nem de longe um bovino com pouco mais de meia tonelada se sustentaria se alimentando apenas de capim; e tão pouco seria significativa a ação catalítica de bactérias, protozoários e fungos sobre a celulose, uma vez que comumente micro-organismos são agentes decompositores do meio ambiente. Por isso, pode-se dizer que a audácia do fenômeno da vida é permear nesta abordagem holística, incluindo a noção holárquica e simbiote<sup>8</sup>, para considerar o complexo rol de interações entre os níveis de organização, de modo a revelar as emergências imprevisíveis em uma teia da vida<sup>9</sup> que se opõe fortemente à fragmentação.

A holarquia, neste sentido simbiótico, concebe que cada forma de vida por si é um sistema completo, mas que ao interagir com outros sistemas, constrói um grande organismo vivo que, segundo Lovelock (1988), pode ser chamado de Terra. Embora a vida envolva a Terra em sua mais fina camada, não quer dizer que as propriedades e qualidades cósmicas do planeta não sejam importantes. Pelo contrário, em meio a essas características peculiares da Terra, a vida mantém relações de dependência para que seja possível a sua existência. A Hipótese Gaia (LOVELOCK, 1988), que defende a terra como um grande organismo vivo, assume o fenômeno vida do planeta como uma holarquia. Nesse caso, em cada nível da vida a ser estudado, diferentes propriedades são reveladas e todas elas são importantes para a manutenção desse todo.

A este ponto, Harding (2008), Margulis e Sagan (2002), Capra (1996) e Lovelock (1988) consonam perfeitamente para uma ruptura do fisicalismo moderno, de modo que seus esforços apresentam reflexos em diversas áreas das Ciências Biológicas. Atualmente são inúmeras as

---

<sup>8</sup> Fenômeno que ocorre quando um ser vivo ao interagir com outro ser tece uma rede de benefícios mútuos, mesmo quando este passa a viver dentro do outro, como no caso da hipótese evolutiva da mitocôndria e do cloroplasto (MARGULIS; SAGAN, 2002).

<sup>9</sup> O físico Frijot Capra também é um defensor dessa abordagem holística do fenômeno vida por meio de sua obra “A Teia da Vida” (1996), na qual utiliza uma sistematização integrada de conhecimentos biológicos para explicar cientificamente a organização dos sistemas vivos. Para o referido autor essa nova abordagem holística implica no deslocamento do foco dos estudos sobre os objetos para os estudos dos processos e das relações, deixando de lado a hierarquia para por em seu lugar uma rede, que considera o meio em sua volta e o seu contexto. Ou seja, desta forma se aprende mais sobre o fenômeno da vida ao se concentrar nas relações entre as partes do que nos estudos das partes em si, como já discutido anteriormente.



discussões que mobilizam conhecimentos biológicos de forma holística e integrada, como por exemplo: as de ordem climática ou de conservação do meio ambiente; de ordem genética e manipuladora do material que codifica as características hereditárias; de ordem agrícola para o abastecimento da população, além de questões de ordem sanitária para a qualidade de vida das pessoas.

Ao considerar que são essas grandes pautas que rodeiam as discussões do globo, faz sentido para a ciência Biologia assumir esse viés holístico e integrado na produção do conhecimento biológico. Mas, ao nos voltarmos para o caso deste estudo, cabe nos questionarmos qual é a natureza, então, da ciência Biologia e seu objeto de estudo para o currículo do curso de Ciências Biológicas? Será que este curso é estruturado de modo a preparar seus profissionais para discutirem, refletirem e decidirem sobre essas pautas?

Para Mayr (2008), a Biologia é uma ciência autônoma que possui métodos próprios de pesquisa para além dos experimentais comuns a física e a química. Uma particularidade da Biologia ressaltada pelo autor é a narrativa histórica, por exemplo. Isto é, uma ciência que se baseia no complexo campo de “porquês”, “como” e “o quê” para se estudar o mundo vivo. As questões de primeira ordem, “porquês”, referem-se a metodologia de estudos com caráter evolutivo, algo particular e intrínseco da Biologia e também denominadas de causas últimas. Já as perguntas de segunda e terceira ordem, “como” e “o quê”, dizem respeito aos estudos sobre mecanismos fisiológicos e de domínios conceituais ou ao campo das definições, também conhecidas como questões de causas próximas.

São essas questões que podem orientar e evidenciar que há um movimento de contínua transformação das visões de mundo e das concepções do fenômeno vital – objeto de estudo dessa ciência. Mas, a elevada especialização da academia pode sugerir a repercussão de um paradigma reducionista do estudo da vida, no sentido de que os conhecimentos biológicos e as propriedades deste fenômeno continuam sendo estudados de modo isolado e fragmentado – ao nível de não reconhecer a própria vida como objeto de estudo da Biologia.

Diante do exposto, como o currículo de Ciências Biológicas pode propiciar a formação de novos profissionais em uma perspectiva holística e integrada, para a compreensão da natureza e do objeto de estudo da ciência Biologia, tem relação direta sobre a concepção epistemológica dos propositores que organizaram o PPCB. Isto é, se os organizadores do PPCB apresentam um desconhecimento da epistemologia da própria Biologia e se respaldam em uma epistemologia fisicalista, é compreensível que o curso ainda vivencie esse paradigma.

A concepção de professores pesquisadores que compõem o PPCB que se aproxima da abordagem fragmentada, de enxergar a Biologia tal como a Física e a Química, tem uma origem.

Em nossos estudos, percebemos que essa origem tem relação com a busca pela autonomia da Biologia e a sua unificação. Esses eventos são importantes para compreendermos porque a Biologia como uma ciência fragmentada é insuficiente para e não explora o próprio potencial de estudo da vida. Sendo assim o conhecimento da Epistemologia da Biologia permite compreender como o conceito deste fenômeno pode ser estruturante para o curso e integrar os diversos conhecimentos biológicos. Logo, estudar a vida no curso de Ciências Biológicas pode favorecer, sob uma perspectiva holística, a formação do futuro professor. Desta forma, na próxima seção deste capítulo, dialogamos com o referencial teórico para esboçar como a epistemologia da Biologia é importante na formação inicial para a compreensão de seu objeto de estudo.

## **1.2 A epistemologia da Biologia e o currículo de Ciências Biológicas para compreensão do que é vida**

Ao entendermos a limitação de um conceito e definição de vida por meio de listas de propriedades, compreendemos que o compromisso da Biologia por meio da abordagem holística é conseguir reunir os conhecimentos biológicos, em uma forma de raciocínio, para explicar o fenômeno. Para Emmeche e El-Hani (2000) é possível conceituar a vida por meio de um englobamento de seus conhecimentos para construir categorias definitórias que atendam à universalidade, coerência, elegância, organização e a sua especificidade, como no caso de uma abordagem ontogenética<sup>10</sup>.

Como o curso de Ciências Biológicas é constituído por diversas sub-áreas da Biologia, organizadas em componentes curriculares, esperamos que o fenômeno da vida seja trabalhado em distintos enfoques para capacitar a formação de professores e pesquisadores a explanar o que é vida. Mas, entender o que é vida também está em constante mudança e, para compreender este fenômeno, é importante que as visões de mundo e as distintas formas de se conceituar ao perpassarem pela formação inicial sejam debatidas, para que não ocorra uma formação fragmentada e acrítica do conceito.

Uma maneira de permitir uma formação integrada para capacitar os professores e pesquisadores a explanar sobre o fenômeno vida é a compreensão da visão holística para o estudo do mundo vivo. No curso de Ciências Biológicas isto pode ocorrer através da narrativa

---

<sup>10</sup> Que se refere à ontogenia: processo evolutivo acerca das alterações biológicas sofridas pelo indivíduo, desde o seu nascimento, até seu desenvolvimento final (FERREIRA, 2010).

histórica proposta por Mayr (2008; 2005). Por narrativas históricas se entende como metodologia própria da Biologia para desenvolver cenários hipotéticos, que contemplam questões evolutivas, mas, também questões funcionais (MAYR, 2005). Assumir esse viés é o mesmo que dizer que “na Biologia nada faz sentido senão à luz da evolução” (DOBZHANSKI, 1973). Ou seja, há algumas décadas têm se defendido a unificação das áreas da ciência Biologia por meio de um eixo integrador de conhecimentos biológicos, como a evolução (SMOCOVITIS, 1992).

Mas, ao nos voltarmos para a organização curricular, há componentes que priorizem e realizem o estudo da Biologia focado nas explicações sobre o funcionamento do mundo vivo, enquanto outras apenas para a compreensão de sua origem, organização e evolução.

Todavia, ao pensar sobre o currículo da ciência Biologia mediante uma divisão dicotômica, como a função ou a evolução da organização da vida, pode-se dizer que também é um certo tipo de reforço de um pensamento physicalista moderno. Este pensamento ainda reduz a Biologia ao estudo de seus fenômenos por partes, de modo fragmentado, caso não seja estabelecida uma inter-relação entre estas formas de estudo.

Para atender a necessidade de um pensamento sistêmico, holístico e integrado, condizente com a evolução do pensamento biológico, faz-se necessário dominar o estudo da Biologia tanto em caráter de funcionalidades (chamadas de causas próximas por Mayr (2008) quanto evolutivos (também chamada por este autor de causas últimas), já que uma está inter-relacionada com a outra. Todavia, o que se tem observado no movimento de discursos na academia é a desarticulação entre essas áreas de estudo. No que tange ao processo de formação de professores e pesquisadores da Biologia, a própria evolução – considerada um conceito estruturante e orientador da seleção de conteúdos (GOULD, 2002) – tem sido concebida como uma ciência à parte, sendo esta apenas abordada em uma componente curricular desarticulada com as demais do conhecimento biológico (MEGLHIORATTI; EL-HANI; CALDEIRA, 2012; PORTO; FALCÃO, 2010; MEYER; EL-HANI, 2005).

Salientamos, neste momento, que por conceito estruturante entendemos como a representação de um pilar que sustenta de modo cognitivo a interação entre demais conceitos para a construção de significados (NASCIMENTO et al, 2017; GOULD, 2002; GAGLIARDI, 1986). Desta forma, por meio de um conceito estruturante é possível trabalhar com diversos tipos de conhecimentos – cognitivos, epistemológicos e também didáticos – necessários para modificar uma rede conceitual, de modo que o aprendiz seja capaz de reconhecer elementos que antes não eram atribuídos significados e acrescentar novas compreensões ao que já estava estabelecido (CARVALHO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2017; 2014).

Como já mencionado anteriormente, a evolução já é considerada por autores um conceito estruturante que, em uma moldura hierárquica, pode auxiliar na seleção de conteúdos e até mesmo na organização curricular da ciência Biologia (SCHEINER, 2010; GOULD, 2002; GAGLIARDI, 1986; SALTHER, 1985). Por moldura hierárquica compreendemos um sistema de organização de conceitos e preposições que conectam modelos explicativos gerais aos mais específicos, fornecendo explicações causais a um dado fenômeno em particular (NASCIMENTO et al, 2017). Desta forma, podemos afirmar que a evolução tem potencial para a unificação dos conhecimentos biológicos, mas com pouca causa e efeito na formação inicial de professores, uma vez que tal como a vida, poucos professores e pesquisadores compreendem a evolução de fato (OLEQUES, 2011; HOKAYEM; BOUJAOUDE, 2008). Diversas concepções alternativas e distorcidas acerca da evolução são disseminadas na academia por esta ser um campo da Biologia em contínuo debate e transformação (MEYER; EL-HANI, 2005). Com isto, por ser um conhecimento complexo e que demanda constante busca na literatura e acompanhamento das pesquisas na área, a evolução chega a ser tão negligenciada e periférica quanto o fenômeno da vida.

Um dos motivos que contribui para a pouca compreensão da importância da evolução, tanto como conceito estruturante quanto fenômeno biológico, reside na falta de reconhecimento que a unificação da Biologia tem para esta ciência. Smocovits (1992) aponta alguns fatores que levaram ao insucesso da tentativa de unificação da Biologia no século XX, através da evolução, sendo eles: atribuição de um pensamento positivista ao mecanismo evolutivo; evocação de uma teleologia para explicação das novidades evolutivas e o recorrente uso de modelagem matemática para a explicação e experimentação da evolução. Isto é, da forma como a evolução foi concebida no século passado pelo fisicalismo moderno, poucos biólogos exploraram o potencial unificador deste fenômeno, se tornando essa unificação mais um debate de ordem filosófica do que conceitual e didática.

Entretanto, ao considerar as tentativas frustradas de utilizar a evolução como conceito estruturante para a unificação das Ciências Biológicas, percebemos que há uma alternativa a ser explorada pelos currículos. Ao seguirmos os pressupostos de Gagliardi (1986), o fenômeno vida também pode ser considerado um conceito estruturante para atribuir unificação à ciência Biologia, principalmente no processo de formação de novos professores e de pesquisadores.

A vida perpassa de modo transversal as componentes curriculares do curso de Ciências Biológicas, de modo que possa ser uma importante ferramenta integradora de conhecimentos biológicos a possibilitar uma formação holística, tal como a evolução (FUTUYAMA, 2002). Mas, para que esta alternativa não seja frustrada como a evolução, faz-se necessário

compreender como a vida pode ser uma moldura hierárquica. Ou seja, quais elementos a formação inicial necessita contemplar para possibilitar essa integração entre as componentes curriculares? Esta questão teórica pode ser refletida por meio de três aspectos, sendo estes: i) uma compreensão da epistemologia da Biologia, já explorada na primeira seção deste capítulo, que deve fazer parte das discussões das componentes curriculares; ii) domínio teórico conceitual acerca do fenômeno vida, explanado na próxima seção deste capítulo; iii) e estabelecimento dos objetivos do ensino, ou seja, estabelecer dentre os objetivos do currículo – a serem percorridos adiante perante nossos estudos sobre o papel do currículo na formação – a capacitar o entendimento e a explanação do fenômeno vital.

Justificamos a necessidade de refletir sobre estes aspectos, uma vez que a epistemologia da Biologia é relevante para uma compreensão mais adequada da ciência, como já ressaltado anteriormente, uma vez que a sua ausência contribui para diversos obstáculos para a construção e ressignificação do conhecimento biológico. O domínio teórico é necessário devido ao próprio processo de letramento e/ou alfabetização científica, uma vez que sem o conhecimento de conceitos a sistematização, coerência lógica e o dinamismo histórico ficam comprometidos, de modo a propiciar um acúmulo de informações desconexas, neutras e acríticas. Além disso, os objetivos do ensino demarcam os conhecimentos necessários à prática de professores e pesquisadores, para que estes também se situem no processo de formação como sujeitos que são formados para formar perante um dado objeto de estudo. Todavia, o instrumento que organiza e delimita estes objetivos é o próprio currículo, que tem o papel fundamental de orientar o planejamento da aprendizagem.

Mas, ao recorrermos a história da formação de professores e pesquisadores, destacamos que houve diferentes concepções de currículo para cursos de formação de professores (PIMENTA et al, 2005; SACRISTÁN, 1998), incluindo os de Ciências Biológicas. Em nossos estudos evidenciamos, pelo menos, duas fases distintas de concepção curricular: uma *tradicional* e a *atual*. Um currículo tradicional seria pautado em uma tendência tecnicista, cujo instrumento é caracterizado pelo teor conteudista e utilitarista – marcado pela racionalidade técnica – enquanto um currículo atual visa a superação deste molde perante as inovações e a dialética entre a teoria e prática durante toda a extensão curricular (TERRERI; FERREIRA, 2013).

No auge da década de 1970 a formação inicial foi pautada na racionalidade técnica e na dicotomia entre teoria e prática, de modo que a prática pouco se relaciona com a teoria e vice-versa. Além disso, atribuía-se um demasiado valor ao conhecimento científico, de modo que se um professor/pesquisador o dominasse já seria capaz de utilizá-lo em sua prática (YOUNG,

2013). De acordo com Pimenta et al (2005) e Sacristán (1998), essa tendência predominou nas décadas seguintes, de modo que contribuiu fortemente para uma formação insatisfatória no que tange ao exercício crítico da atividade profissional. Neste sentido, a formação inicial preparava profissionais capazes de transmitir conhecimentos já elaborados, de modo a-crítico, sem a devida e necessária transposição didática (DOMINGUES, 1998). Os principais problemas desta fase histórica curricular são a descontextualização dos conhecimentos, o reforço da ciência como atividade neutra e dogmática, ou seja, produtora de verdades absolutas, além de reforçar a abordagem fragmentária não só de conteúdos, mas também a de formação.

Nunes (2003), ao realizar um estudo sobre o histórico da formação de professores no Brasil, destaca que somente a partir de 1970 passou a ser notória a necessidade de os currículos capacitarem os professores e os pesquisadores a ter uma linguagem científica e cultural. Além disso, esses estudos também apontaram a importância de assegurar no processo formativo tanto o domínio psico-pedagógico para atuar em sala de aula, quanto a teoria a ser ensinada, uma vez que os currículos da época eram defasados em relação aos desafios do cotidiano escolar. Como naquele momento o aluno era concebido em uma perspectiva tradicional tal como o currículo, a medida que o aluno deixa o âmbito passivo para se tornar ativo e protagonista de seu processo de aprendizagem, os desafios que emergiram nesse contexto eram voltados ao “como” os alunos aprendem. Foram esses desafios que impulsionaram as reflexões acerca do currículo.

Nesse movimento de deslocamento da passividade do aluno para o sujeito ativo, eis que o conhecimento escolar passa a ser questionado por volta da década de 1980. Desta forma, os conhecimentos prévios dos alunos passaram a ser relevantes para o processo de ensino e aprendizagem. Mas, a ruptura que demarca um intenso debate para a transição da compreensão de currículo no Brasil só foi permitida através dos documentos curriculares oficiais da década de 1990. Sendo assim, a partir deste momento, podemos falar do currículo *atual* que versa em oposição a abordagem tradicional por meio da reformulação da Lei de Diretrizes e Bases para a educação brasileira. Mas, fora do Brasil as discussões curriculares já possuíam um corpus contrário ao tecnicismo de modo que para autores, como Sacristán (1998), o currículo é concebido como uma construção cultural, capaz de organizar práticas educativas, cuja função é servir de ponte entre o conhecimento científico e a sociedade.

Na perspectiva atual de currículo, este documento pode ser entendido como o plano educativo, formado por diferentes aspectos, experiências e conteúdos. É “uma opção historicamente configurada, que se sedimentou dentro de uma trama cultural, política, social e escolar; está carregado, portanto, de valores e pressupostos que é preciso decifrar”. O currículo “é uma prática na qual se estabelece um diálogo, por assim dizer, entre agentes sociais,

elementos técnicos, alunos que reagem frente a ele, professores que o modelam” (SACRISTÁN, 1998, p. 16/17).

Com estas dimensões práticas e sociais, o currículo também pode ser entendido como um documento que viabiliza a formação integrada. Nesta perspectiva de formação, o Conselho Nacional de Educação em 2001 estabeleceu um conjunto de normas para os cursos de formação inicial, incluindo o curso de Ciências Biológicas, para promover essa integração entre os conhecimentos teórico-práticos e a contextualização sócio-histórica. Desta forma, o currículo para a formação de professores deve ter em seu projeto político pedagógico as competências necessárias à atuação profissional; os saberes docentes necessários; adequação a prática pedagógica e o intercâmbio de experiências com meio formativo. Segundo a normativa:

“o currículo precisa conter os conteúdos necessários ao desenvolvimento das competências exigidas para o exercício profissional e precisa tratá-los nas suas diferentes dimensões: na sua dimensão conceitual – na forma de teorias, informações, conceitos; na sua dimensão procedimental – na forma do saber fazer e na sua dimensão atitudinal – na forma de valores e atitudes que estarão em jogo na atuação profissional e devem estar consagrados no projeto pedagógico da escola.” (CNE: 2001a, p.26).

Cada instituição tem o dever de fazer valer as normativas, de modo a organizar o currículo contemplando também os artigos 12 e 13 da Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996 para preparar o futuro professor pesquisador a ensinar, visando à aprendizagem do aluno; o reconhecimento da diversidade; o exercício de atividades de enriquecimento cultural; o aprimoramento em práticas investigativas; a elaboração e a execução de projetos de desenvolvimento dos conteúdos curriculares; o uso de tecnologias da informação e da comunicação e de metodologias, estratégias e materiais de apoio inovadores; e o desenvolvimento de hábitos de colaboração e de trabalho em equipe (BRASIL, 1996).

São essas normativas que garantem que o currículo do curso de Ciências Biológicas seja um documento que orienta o planejamento da aprendizagem de seu objeto de estudo. Entretanto, ainda que esses documentos sejam orientações para se adequar as necessidades formativas, o currículo *atual* segue uma tendência cultural, por meio da instituição, ao incorporar as inovações de modo linear e mecânica, como se fosse uma continuidade do paradigma curricular anterior (TERRERI; FERREIRA, 2013).

Para que a formação inicial seja transformadora de fato, faz-se necessário realizar um cerco epistemológico, mirando nos conflitos, nos interesses e nas intencionalidades do conhecimento científico e da própria prática docente, para a elaboração de alternativas para superar os limites curriculares (FREIRE, 1995). Um caminho possível para essa transformação

é o desvelamento de uma política educacional centrada na contextualização histórica dos “porquês”, tal como Mayr (2008) sugere para a Biologia. Todavia, a reorientação do currículo exige deste a autonomia, que pode ser demarcada por meio da “valorização de práticas diferenciadas, individuais, que deve obrigatoriamente sofrer uma análise coletiva e crítica que busque compreender melhor os avanços e os limites das atividades já em desenvolvimento” (SILVA; URSO, 2009, p. 5). Desta forma, o currículo pode ser entendido como práxis, comprometido com a racionalidade crítica, emancipatória e a ética de uma formação que seja realizada na interação dialógica entre os diferentes sujeitos envolvidos.

Desta forma, o currículo do curso de Ciências Biológicas deve oportunizar diálogos sobre o fenômeno vida no interior das componentes curriculares para a compreensão das habilidades e competências necessárias à prática docente. Uma vez que este documento orienta a formação de professores e pesquisadores por meio de diversas componentes curriculares, é no mínimo aceitável que diante deste cenário o estudo do fenômeno da vida deva ser realizado com distintos enfoques. Afinal, a vida é o objeto de estudo da ciência Biologia, desta forma, é natural que seja abordada por distintas problemáticas como podem ocorrer na bioquímica, na ecologia, na genética, na botânica, na zoologia, na fisiologia, na evolução e, inclusive, nas disciplinas de formação docente (VIDEIRA, 2000).

Todavia, pesquisas têm apontado dificuldades de explanação sobre “o que é vida” no âmbito acadêmico tanto por parte de professores (RODRIGUES, 2016), quanto por parte de alunos (COUTINHO, 2005). Ainda que o avanço notável da Biologia – em relação às construções dos conhecimentos – possa explicar satisfatoriamente o fenômeno vital, autores relatam que poucos esforços têm sido empregados para o estabelecimento e veiculação de um conceito no processo de formação acadêmica (VIDEIRA, 2000; EL-HANI 2002).

Um dos motivos que contribui para a falta da veiculação de conceitos sobre a vida na formação inicial de novos biólogos e professores pode ser a frequente organização fragmentada do currículo do curso de Ciências Biológicas, de modo que as componentes curriculares não dialoguem. Neste ponto, cabe a reflexão se os problemas que investigam o fenômeno da vida têm sido reflexos da abordagem tradicional de currículo, que favorece um planejamento cada vez menos transversal dos programas das componentes, que pode ser consequente de uma epistemologia physicalista moderna da Biologia (SELLES, FERREIRA, 2005; EL-HANI, 2002).

Ainda que a *atual* fase curricular busque aderir aspectos inovadores, o seu mero acúmulo de abordagens, sem reflexão crítica, também contribui para o aumento da fragmentação dos conhecimentos biológicos que, conseqüentemente, refletem em uma prática docente desarticulada e na dificuldade que muitos biólogos têm ao tentarem definir “o que é



vida” (EMMECHE; EL-HANI, 2000). Ou seja, é algo semelhante a um ‘efeito dominó’, que começa com a estrutura curricular e reflete diretamente na formação e atuação dos professores e pesquisadores das Ciências Biológicas.

Entretanto, com tudo o que foi exposto até o momento, percebemos que existem caminhos possíveis para formar um pensamento sistêmico e integrado dos conhecimentos biológicos no processo da graduação. Um destes caminhos é por meio da compreensão da unificação da Biologia, respaldada pelo campo epistemológico de uma concepção organicista e holística, que reúne os diversos conhecimentos biológicos por meio do estudo da vida.

Na próxima seção deste capítulo descrevemos as principais concepções de vida da literatura para relacionar com as obtidas na investigação realizada no mestrado, uma vez que professores pesquisadores que atuaram no currículo do Curso de Ciências Biológicas esboçaram explicações sobre este fenômeno. Esta compilação é necessária para constituir a base referencial que nos permite identificar e compreender os conceitos presentes no currículo e nos discursos de graduandos e professores investigados nesta pesquisa.

### **1.3 Fenômeno vida: questão polissêmica**

Nesta seção apresentamos os conceitos e definições de vida encontradas na literatura, uma vez que ao investigarmos o currículo estas podem estar imbricadas nas ementas das componentes curriculares ou em seus respectivos programas. Como já mencionado anteriormente, não há uma única definição de vida e, talvez, o esforço mais desperdiçado seria a tentativa de estabelecer um único conceito, definição ou uma unidade elementar, já que se trata de uma questão polissêmica (RODRIGUES; CORAZZA, 2019).

Todavia, o pensamento holístico e unificado da Biologia é importante e é por meio deste que nos deparamos com múltiplas ferramentas conceituais – como as definições ontogenéticas de vida (EMMECHE; EL-HANI, 2000; 1999; EL-HANI, 2002). A seleção natural de replicadores<sup>11</sup>, a autopoiese<sup>12</sup>, a holarquia<sup>13</sup>, entre outros conceitos, permitem estruturar e organizar o conhecimento biológico para responder o que é vida no processo de formação

---

<sup>11</sup> Conceito ontogenético proposto por Richard Dawkins (1979) para explicar o fenômeno vida através do gene egoísta.

<sup>12</sup> Conceito ontogenético proposto por Maturana e Varela (1998) para explicar a vida perante sua capacidade de autoprodução.

<sup>13</sup> Conceito defendido por Margulis e Sagan (2002) para explicar o fenômeno vida através de um sistema complexo de interações simbiotes.

inicial. Mas, como estes conceitos são encontrados na literatura? Como eles podem fazer parte do currículo do curso de Ciências Biológicas?

De modo categórico é difícil esperar que uma componente curricular utilize um tópico em seu programa especificamente para a abordagem de “seleção natural de replicadores” como sinônimo de vida. Ainda que o propositor desta concepção ontogenética seja um geneticista famoso, Richard Dawkins (1979), é pouco provável que haja uma menção direta de sua teoria do *Gene egoísta* em uma componente curricular. Mas, o que pode ser observado na graduação em relação a este conceito? Os estudos de professores pesquisadores do curso da área da genética e da evolução, com grande porcentagem de chance, já tiveram contato com as obras do referido autor, inclusive, já conceberam nos discursos de Dawkins o significado de *gene egoísta* – que faz uma referência ao paradigma moderno da Biologia, a teoria sintética da evolução<sup>14</sup>.

Para Dawkins (1979), o cenário propício em que a vida surgiu foi quando houve uma derivação de moléculas orgânicas com capacidade de fazerem cópias de si mesmas. Na medida em que essas moléculas foram aprimorando e competindo por meio da replicação, estruturas com maior complexidade foram sendo construídas para garantir sua sobrevivência. Esses replicadores sobreviventes são conhecidos atualmente como genes.

Ao considerar que os integrantes de uma dada população carregam um *pool* gênico (ou um *pool* de replicadores), os quais interagem por meio do processo de reprodução, de modo que esses genes possam se replicar e transferir informações ao nível de genótipo<sup>15</sup> e fenótipo<sup>16</sup>, nesta concepção, a vida é uma “máquina de sobrevivência” coordenada por “genes egoístas”. Segundo Dawkins (1979), são os genes que perpetuam as informações e que passam pela seleção natural, na medida em que o genoma pode ser alterado ao longo das gerações, mas o gene em si raramente muda, pois ele passa de indivíduo para indivíduo, manipulando toda a maquinaria de sobrevivência para o seu próprio fim. O autor afirma que cada indivíduo é passageiro, bem como os cromossomos também, pois a reprodução sexuada não visa fazer cópias de um mesmo indivíduo, mas sim um embaralhamento, nesse caso, dos genes que são perpetuados perante essas recombinações. São os “genes egoístas” as bases da vida. Trata-se de uma definição aos olhos da genética e da evolução (EMMECHE; EL-HANI, 2000).

---

<sup>14</sup> Teoria que utiliza mecanismos genéticos para explicar a evolução biológica.

<sup>15</sup> Refere-se à constituição genética de um dado ser. São os alelos, os genes, herdados por meio da reprodução dos progenitores (SINUSTAD; SIMONS, 2008).

<sup>16</sup> Relaciona-se com as características morfológicas e fisiológicas dos organismos vivos. O fenótipo pode ser o resultado da expressão do genótipo, ou pode ser o resultado da interação do meio com o genótipo, resultando na expressão visível ou não de características fenotípicas (SINUSTAD; SIMONS, 2008).

Percebemos que esse paradigma da molecularização tem influenciado não apenas o rol de produção de conhecimentos sobre o fenômeno vital, mas também o modo como esses profissionais têm pensado sobre os seres vivos e a vida. Se por um lado não deixa de suscitar aspectos reducionistas ao centrar a explicação de vida por meio de biomoléculas, como o material genético, ainda são ontogênicas, pois se remetem ao complexo campo das interações necessárias para manter o metabolismo, regulação e expressão gênica.

Quando investigamos as concepções de professores pesquisadores do Curso de Ciências Biológicas na pesquisa de mestrado, observamos a presença de explicações sobre *a vida como um fenômeno seletivo* (RODRIGUES, 2016). Os principais sujeitos que explicaram a vida como tal lecionavam componentes da área da genética, evolução, ecologia e Biologia celular, possuindo pesquisas nas respectivas áreas de atuação. Para esses professores pesquisadores os seres vivos ao serem selecionados naturalmente ou artificialmente, consideraram que o material genético seria a unidade de mutação para a evolução. Mas, hoje sabemos, ao se tratar da evolução biológica, que questões estão sendo constantemente refinadas em torno do gene, principalmente com a proposta da síntese estendida<sup>17</sup> da evolução, acolhida por diversos estudiosos da genética, paleontologia e evolução, que permite estabelecer relações entre a história, a estrutura e a função para a diversidade e para a manutenção da vida (MEYER; EL-HANI, 2005).

O pensamento desses professores pesquisadores, investigados a priori (RODRIGUES, 2016), pode se aproximar da seleção natural de replicadores, tal como Dawkins (1979) defende. Mas, se houver o deslocamento para a compreensão da vida como um fenômeno evolutivo, levando em consideração os aspectos que caracteriza um ser vivo, como a reprodução e a passagem pelo processo de seleção, seja natural ou artificial, podemos falar de vida sob o viés de um sistema autônomo com a evolução aberta (CORRÊA, MEGLHIORATTI, CALDEIRA, 2009; CORREA *et al.*, 2008). É importante destacar que esta última concepção se fundamenta na capacidade que a vida tem de estabelecer novas relações e interações com o ambiente e adaptar-se às diversas situações (PERETÓ, 2005; EMMECHE; EL-HANI, 2000), tal como o sexto pilar da vida, a propriedade de adaptação, citada por Koshland (2002).

Ambas as concepções supracitadas reconhecem que dentre os mecanismos evolutivos estão as aplicações e implicações do material genético. O que muda é o sentido de centralidade

---

<sup>17</sup> Esta teoria afirma que a evolução procede por um rol de mecanismos que nem sempre é ocasionada e centrada no DNA; nem toda a variação se origina do acaso; e nem todas as divergências evolutivas sugerem uma árvore filogenética (JABLONKA; LAMB, 2008).

ou não do gene de uma concepção para outra. Tanto é que para a maioria dos professores pesquisadores que enfatizaram que a vida também pode ser concebida como *informação*, destacaram com unanimidade a necessidade da presença da molécula de DNA. Para estes profissionais, cujo “conceito mínimo (de vida) é ter um DNA e RNA” (RODRIGUES, 2016, p.100), podemos dizer que na academia ocorre a predominância de um determinismo genético de Dawkins (1979). Todavia, para conceituar e definir a vida por meio dessa categoria ontogenética, centrada no material genético, primeiramente se faz necessário ter muito bem esclarecido a concepção de gene, sendo que

“Dawkins encarava sua visão do gene em uma metafísica reducionista, segundo a qual somente estruturas replicantes são entidades reais da evolução, enquanto o organismo é um epifenômeno (...). Assim, esses replicadores seriam aquilo que, na matéria, é responsável pelo processo da vida, ou que, em si, seria a própria vida e que utiliza os organismos como veículo de sobrevivência.” (COUTINHO, 2005, p. 74).

Diante do exposto, não podemos deixar de mencionar as lacunas dos dizeres de Dawkins, que podem ser preenchidas por meio da concepção de vida como sistema autômato de evolução aberta. Afinal, o gene não é a única molécula capaz de armazenar informações (JABLONKA; LAMB, 2008), podendo ser citadas outras biomoléculas com tal capacidade no organismo, como o próprio carbono devido ao seu centro de quiralidade<sup>18</sup> (SANTOS, 2019; 2018).

A vida como sistema autômato de evolução aberta faz referência tanto a informação genética, quanto ao organismo frente aos processos seletivos e evolutivos, por meio das interações complicadas<sup>19</sup> e complexas que os seres vivos possuem com o meio (MEGLHIORATTI, 2011; RUIZ-MIRAZO et al., 2004). Algo que James Lovelock (1988) defende em sua hipótese GAIA, pois para o autor a vida é um sistema de retroalimentação que se constrói por meio das interações internas e externas. Além disso, o sistema autômato com evolução aberta assume que o ser vivo possui "formas de registros de informação", que são passadas de geração em geração e não sendo exclusivamente o DNA e RNA (CORRÊA et al, 2008, p. 30). Assim, o organismo vivo busca sempre manter sua organização, sendo capaz de variar sua dinâmica com o meio por razões não pré-estabelecidas, podendo passar suas alterações, como no caso das membranas celulares e dos *prions*, às demais gerações

---

<sup>18</sup> O carbono é considerado um elemento químico essencial das moléculas orgânicas pelo fato de poder realizar quatro ligações químicas. Para hidrocarbonetos, essa propriedade da quiralidade se resume na configuração tridimensional que a molécula pode estabelecer, tornando-a distinta de outra molécula que possua as mesmas quantidades e ligações de elementos químicos (SANTOS, 2018).

<sup>19</sup> Por interações complicadas entendemos, de acordo com Meghlioratti (2011), que são aquelas que o organismo estabelece com o meio externo, enquanto as complexas são as redes de interações internas que são essenciais para manter a sua organização. Ou seja, as palavras complicada e complexa não têm relação com o nível de dificuldade, mas sim com o nível de emergência de determinadas propriedades.

(JABLONKA; LAMB, 2008). Logo, a vida, nesta concepção, é a constante interação de seu sistema com o meio para manter-se estável.

Mas, para entendermos o porquê da plasticidade fenotípica e da descentralização do organismo serem duas lacunas para o gene egoísta de Dawkins (1979), que podem ser preenchidas pelos sistemas autômatos com evolução aberta, necessitamos explorar o conceito de organismo.

Na origem da palavra organismo, na Grécia Antiga, Aristóteles se referia as partes do corpo, cujas apresentavam uma determinada função. Mais adiante, na Idade Média Baixa, o organismo era utilizado para conotar a disposição mecânica subordinada à sua natureza. Foi somente a partir do século XVIII, concomitantemente com os estudos evolucionistas e a emergência do pensamento organicista, que o organismo passou a ter sentido de ser vivo, por meio de sua associação com os fenômenos de autoregulação e organização (MEGLHIORATTI, 2011). De acordo com Keller (2005), o organismo é uma entidade auto-regulatória, capaz de se autoproduzir e possuir uma auto-organização que caracteriza os seres vivos por meio de uma organização singular, não encontrada na matéria inanimada. Porém, com o advento da moderna síntese evolutiva, “o conceito de auto-organização dentro de uma perspectiva biológica, buscou-se descrever os seres vivos através da junção do conceito de auto-organização ao paradigma evolutivo das Ciências Biológicas” (MEGLHIORATTI, 2011, p.37).

Uma vez que o conceito de organismo pode ser considerado uma demarcação biológica que distingue seres vivos da matéria inanimada, os tipos de organização e as alterações destas são relevantes e devem ser consideradas frente às concepções de vida.

Uma das alterações associadas à organização dos seres vivos é a própria plasticidade fenotípica, que pode ser entendida como a expressão da interação entre o conjunto de fatores do genótipo e da exposição/influência do meio (LIMA et al, 2017). Logo, devido a plasticidade fenotípica, mesmo havendo genes constantes em uma dada população, as características observáveis não são lineares e constantes.

Desta forma, o organismo não pode ser um “epifenômeno” para a seleção natural de replicadores, ou seja, quando o gene assume posição central para explicar o fenômeno vida certas propriedades intrínsecas e extrínsecas do fenômeno são perdidas.

Entretanto, toda essa importância atribuída ao gene, como principal elemento da vida, deveu-se aos grandes esforços do século XX em determinar a molécula da informação para os sistemas vivos. Antes mesmo de Watson e Crick descreverem a molécula de DNA em 1953, diversos ensaios já sugeriam que a vida poderia ser explicada por meio de mecanismos de armazenamento e reprodução da informação. Erwin Schrödinger (1887-1961), em seu livro

*What is life?*, publicado em 1944, defendeu a existência de cristais aperiódicos responsáveis por armazenar todas as informações dos indivíduos e, ainda, capaz de se replicar, dando origem a novas quantidades de vida.

Com base nos conhecimentos sobre os cristais, Schrödinger (1997) explicou que a vida se assemelha a um padrão de repetições, em maior ou em menor escala. Dessa forma, a célula, os organismos, as comunidades e ecossistemas são diferentes níveis de repetição da vida que se repetem há bilhões de anos, devido a um mecanismo eficiente em que o gene tem de manter a ordem (neguentropia) a partir da desordem (entropia). Esse entendimento do autor trouxe grande contribuição na mudança do pensamento biológico em questões químicas e físicas sobre o potencial do “cristal aperiódico”. Além disso, permitiu elucidar antes mesmo de conhecer a estrutura do DNA o funcionamento de seus genes, mostrando a interdependência que a Biologia possui com as demais ciências para explicar o fenômeno da vida.

Após o cristal aperiódico de Schrödinger e a descrição da estrutura do DNA por Watson e Crick, atualmente as perguntas que se colocam sobre o campo da informação biológica residem na compreensão dos signos presentes na natureza (HOFFMEYER; EMMECHE, 1991). Ou seja, no complexo e complicado campo das interações, é necessária a existência de um signo que se relaciona triadicamente com o objeto para gerar a interpretação deste (PEIRCE, 1995). O signo pode ser tanto fatores externos quanto internos, o objeto seria o nível de organização do sistema vivo e a interpretação corresponde ao processo da auto-regulação, auto-organização e da auto-produção. Neste ponto, podemos falar em biossemiótica como um campo epistemológico e ontogenético que permite conceituar o fenômeno vida no princípio da informação em si.

De acordo com Santos (2018) a teoria da informação reside na capacidade de um sistema binário assumir dois estados, sendo cada parte binária um meio para se gerar a informação. Como exemplo, podemos citar a informação na linguagem computacional, que reside em dois estados básicos: 0 e 1 para formar um bite. Isto é, para cada oportunidade de escolha, o bite, existem apenas duas possibilidades, ou é zero ou é um. Na computação a informação se constrói com a cadeia sucessiva desses eventos, chamados bites, caracterizada então pelo leque de possibilidades de escolhas entre zeros e uns. Sendo assim, em um byte de informação computacional, por exemplo, estamos contando com oito eventos de escolhas entre zeros e uns. Então, com apenas um byte é possível produzir informação na ordem de  $256^{20}$  bites. Ao

---

<sup>20</sup> Chega-se a esse número devido a probabilidade ser um fenômeno de análise combinatória de modelagem matemática exponencial. Então, se um byte tem oito eventos (bite), a análise combinatória é realizada com o número de dois estados possíveis (0/1) elevado a oitava potência.

transpormos a teoria da informação para o sistema biológico, o carbono quiral, dependendo da molécula, pode ser um exemplo de produção e transmissão de informação tal como o byte, como pode ser observado na Figura 3 (SANTOS, 2018).

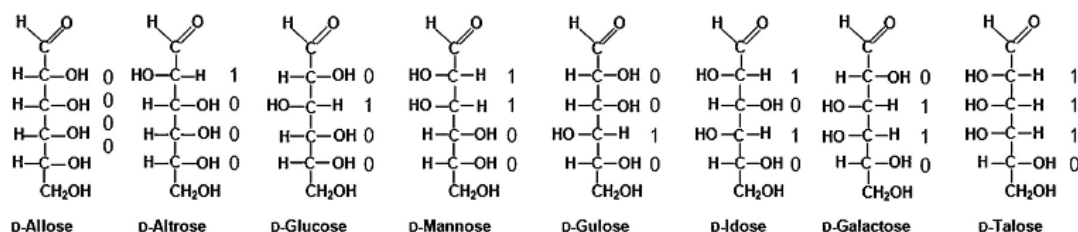


Figura 3 Exemplo de como a teoria da informação se aplica às moléculas orgânicas que compõem os seres vivos. Fonte: Santos (2018).

Ao observar que todos os hidrocarbonetos possuem as mesmas quantidades de carbono, hidrogênio e oxigênio, o que vai de fato delimitar a identidade e a configuração molecular é o posicionamento dos hidrogênios e das hidroxilas no carbono quiral. Como não considerar essas análises combinatórias, diante de um sistema binário, como uma forma de produção de informação? Expandido esta reflexão para a ordem de lipídios, proteínas e até mesmo os ácidos nucleicos, essas moléculas estão suscetíveis a teoria da informação. Inclusive, o próprio DNA, pois em sua fita cada nucleotídeo pode atender ao conjunto de eventos que fundamenta essa teoria da informação, uma vez que estão presentes quatro bases nitrogenadas distintas (adenina, timina, citosina e guanina), mas que ao se parearem especificamente (A/T; C/G), também constituem um sistema binário na composição da dupla hélice, porém de ordem complexa.

Para Santos (2018) e Barbieri (2016) a informação pode ser definida como uma sequência fundamentada em outra sequência como em um processo de duplicação, transcrição e tradução da informação genética. Isto, na concepção dos autores, é o que confere a cognição dos sistemas vivos, tornando-os diferentes de sistemas que conseguem se auto-produzir mas não assimilar, gerar e interpretar informação.

Autores que defendem a biossemiótica como caminho possível para explicar e conceber o fenômeno vida, descrevem este fenômeno por meio da teoria de comunicação, que para Shannon (1949) significa dizer que os seres vivos são sistemas químicos capazes de se reproduzir utilizando a informação oriunda de um lugar para outro lugar. Ou seja, a vida compreende a interação entre o signo, como um substrato, e o objeto, como uma enzima, para realizar a sua interpretação – catálise<sup>21</sup>.

Uma vez que essa vertente está embasada em uma teoria lógica dos fenômenos informacionais, é possível que a biossemiótica estabeleça diálogo com as teorias de seleção

<sup>21</sup> Reação química que ocorre com menor energia de ativação.

natural de Dawkins (1979) e a autopoiese de Maturana e Varela (1998). Sendo assim, podemos afirmar que a vida não se restringe apenas a um material que se replica, pois envolve todo um arcabouço fenomenológico para manter a organização dos seres vivos e que extrapola os limites físicos dessa organização.

Diante deste cenário biossemiótico, devemos nos atentar as tendências de abordagem do fenômeno vida, uma vez que em um dado contexto podemos partir de um estudo meramente hierárquico, quando este pode ser holárquico. A hierarquia é necessária como um ponto de partida para a compreensão de sistemas complexos, no entanto não é suficiente. Se pautarmos nossa compreensão da vida por meio da informação, poderíamos então por um pensamento hierárquico estabelecer que a unidade informacional seria o signo, sendo este, por exemplo, o carbono quiral. A partir deste e de seus eventos para a produção de informação, tem-se a construção de uma variedade de biomoléculas, que carregam o signo ao objeto, sendo este construído mediante a evolução química das moléculas para formar micelas, ácidos nucleicos, células, tecidos, órgãos, sistemas e organismo. Então, sob esta hierarquia, o fenômeno vida reside no campo das interpretações. Todavia, essa compreensão hierárquica de complexidade e organização dos seres vivos não é suficiente, porque sistemas computacionais e até mesmo a própria vida artificial deveriam então estar sendo classificados dentro dos sistemas vivos. Mas, um androide, por mais semelhante que seja e desempenhe as mesmas funções humanas, ainda não é um sistema vivo, sendo considerado uma matéria não viva, mas funcional e projetada por um sistema cognitivo humano para a produção, reconhecimento e interpretação das informações.

Essa cognição é importante para acrescentar à visão hierárquica a abordagem holárquica. Assim, é possível romper com a exclusividade de um pensamento gradualista de modo que a vida tem evoluído para o alcance de maior complexidade e senescência.

O gradualismo, a título de entendimento, é o fenômeno que Darwin descreveu para explicar que as distintas espécies são originadas pelo acúmulo lento de variações selecionadas naturalmente (MAYR, 1998). Nesta perspectiva darwinista, a evolução se daria por um processo gradual e uniforme. Por isto, ao pensar de modo hierárquico sugere-se que haja o reforço de um acúmulo de informações maior nos níveis mais complexos e atuais, respeitando um modelo uniformitarista, propagado pelas descobertas geológicas de Charles Lyell em seu livro *Princípio da Geologia*, publicado em 1833 (COSTA, 2017). Para o geólogo, o estudo de estratos rochosos fornece o entendimento da vida pretérita, uma vez que para ele os fenômenos geológicos do presente se aplicam aos fenômenos do passado. Mas, o que naquele momento não se tinha o conhecimento era sobre a descontinuidade de estratos rochosos, o que levou a



diversos evolucionistas após a moderna síntese a sugerir um mecanismo saltacionista para a evolução das espécies.

Em oposição ao gradualismo uniforme, o saltacionismo busca explicar a diversidade biológica da vida por meio de um dado equilíbrio pontuado, proposto por Niels Eldredge e Stephan Jay Gould (COSTA, 2017). Esta teoria afirma que as linhagens dos organismos atravessam longos períodos de modo estáveis, sem muitas alterações significativas em seu genótipo e fenótipo, para que em um dado e curto intervalo de tempo ocorra um evento de especiação, a pontuação. Este evento é responsável pela origem de grandes transformações, sendo a mudança evolutiva mais intensa e localizada. Os defensores desta teoria se respaldam na descontinuidade percebida no registro fóssil, o que sugere a grande diversidade entre as espécies do passado e do presente (COSTA, 2017).

Com o exposto até então, podemos refletir que a informação é importante para o sistema cognitivo, porém, mais importante do que a informação podemos dizer que é o mecanismo que a interpreta e que a perpassa pelas próprias gerações de vida. Sendo assim, a molécula de DNA somente, como uma unidade informacional, não representa a vida, pois ela sozinha não consegue tecer a teia da vida (CAPRA, 1996) que se emaranha por todos os lados da nossa biosfera (MARGULIS; SAGAN, 2002). Dessa maneira, podemos emprestar as palavras de Margulis e Sagan (2002) para nos referimos à vida como uma autarquia imbrincada em um planeta azul rochoso, de modo que

“todos os seres vivos têm estado ligados, direta ou indiretamente, conforme seus corpos e populações vão crescendo. As interações ocorrem conforme os organismos se ligam pela água e pelo ar (...) é a soma dessas interações incontáveis que produz o mais amplo nível da vida: a biosfera azul, com toda a coerência holárquica e a misteriosa grandeza de sua evolução a partir do cosmo sombrio.” (MARGULIS; SAGAN, 2002, p.33).

A vida, neste contexto, é então uma organização complexa e complicada capaz de se autocriar por meio de um sistema dissipativo, que maximiza a produção de entropia do universo. Essa concepção elucidativa do fenômeno permite então discutir que os vírus, seres limítrofes da Biologia, não sejam considerados seres vivos – embora possuam certo nível de organização e de informação – por não terem a capacidade de autocriação de modo independente de outro organismo (MARGULIS; SAGAN, 2002). Então, como classificar os vírus? Em investigação realizada no mestrado (RODRIGUES, 2016), pudemos observar que para os professores pesquisadores não há um consenso se vírus é ou não ser vivo. Os geneticistas, ao se pautarem pelo determinismo genético, concebiam vírus como ser vivo, enquanto ecologistas,

evolucionistas, biólogos celulares e bioquímicos caracterizavam eles como parasitas celulares resultantes de um processo evolutivo que propiciou uma redução da complexidade.

Para os biólogos Humberto Maturana e Francisco Varela (1998), que explicam a vida por meio de um processo de "autocriação", como o que acontece durante o ciclo celular nos seres vivos – a autopoiese – os vírus não são seres vivos. Nas palavras dos autores, a vida é

“uma máquina autopoietica (...) organizada como um sistema de processos de produção de componentes concatenados de tal maneira que produzem componentes que: I) geram processos (relações) de produção que os produzem através de suas contínuas interações e transformações, e II) constituem a máquina como uma unidade no espaço físico.” (MATURANA; VARELA, 1998, p.71).

Quando os autores mencionam que a máquina autopoietica que compreende a vida é uma unidade no espaço, referem-se à materialização molecular da célula enquanto sistema autopoietico. Nessa materialização, o material genético é o responsável pela produção de relações de especificidades que irão determinar a identidade da célula. Nessa identidade está imbuído ‘como’ a maquinaria autopoietica irá produzir suas relações constitutivas (moléculas compositoras) e relações de ordem, para manter a dinâmica das moléculas e produção de componentes que passarão a fazer parte da célula. Para o estabelecimento dessas relações, as interações intra e intercelulares, como também, extracelulares são essenciais para manter a homeostase<sup>22</sup>.

É importante salientar que a vida, concebida como entidade autopoietica e autônoma, assume os processos dos organismos vivos em um sistema que funciona de modo invariante, uma vez que os autores afirmam que a máquina autopoietica “não possui entrada e nem saída” (MATURANA; VARELA, 1998, p. 80). Essa ausência de entrada e saída não faz referência à ausência de trocas com o meio, mas sim ao modo como a máquina autopoietica opera, que neste caso é constante até o dia em que a desordem não permite mais o seu funcionamento – morte.

Podemos dizer que as perturbações, oriundas das trocas que a máquina autopoietica faz com o meio e as consequentes mudanças nas variantes que compõem o sistema, pertencem ao contexto em que se está inserida. A máquina em si se mantém fechada, invariante, por conta do material genético, que já possui um programa para lidar até mesmo com variações em sua constituição (mutações) e com as proporcionadas pelo ambiente, de modo a garantir sua autoprodução (MATURANA; VARELA, 1998). Para Santos (2018) esta invariação pode ser

---

<sup>22</sup> Equilíbrio entre os componentes dos seres vivos que possibilitam o funcionamento do metabolismo.

considerada uma lacuna da autopoiese a ser preenchida por uma teoria emergente: a semiopoiese.

Criar artificialmente uma máquina autopoietica é relativamente fácil, simples e já foi feito por Luisi (2006). Na pesquisa deste autor, basta verificar como as micelas podem ser originadas em dados ambientes ricos em ácidos graxos surfactantes que interagem entre si. Ao se formar uma micela, novas moléculas são agregadas por meio da entrada e da saída até que, por saturação e busca da manutenção da ordem, novas micelas são produzidas para garantir a estabilidade do sistema. Sendo assim, uma micela pode formar duas, duas podem formar quatro, tal como observamos em um fenômeno de ciclo celular e de autopoiese descrita anteriormente. Mas, uma micela continuará a ser, não importa o intervalo de tempo, uma micela. Da forma como Maturana e Varela expõem a invariação da máquina, sem considerar a importância da cognição envolvida por meio da comunicação realizada entre as moléculas que carregam informações, Santos (2018) utilizou esta brecha para tecer sua teoria da semiopoiese.

Essa concepção de autopoiese cognitiva já foi descrita na pesquisa de mestrado ao investigar professores pesquisadores da área de bioquímica para conceituar o fenômeno vida (RODRIGUES, 2016). Naquele momento, a *vida como fenômeno autopoietico cognitivo*, não fazia referência a cognição da aprendizagem, mas sim com a capacidade de armazenar informações que contribuam para alterar ou não o funcionamento do sistema e, que essas informações sejam mutáveis. Voltando ao caso das micelas, o sistema autopoietico delas não poderia ser caracterizado como um ser vivo, porque ele não tem a capacidade de armazenar uma informação e passar pelo processo evolutivo (LUI SI, 2006). Ou seja, pelo desenrolar dos conceitos, a evolução é um fenômeno essencial da Biologia que organiza o mundo vivo em diferentes espécies.

Desta forma, a semiopoiese esboça um arcabouço sustentado pelos campos da biossemiótica e da autopoiese. Com isto, a teoria da informação e da auto-produção perpassam pelos processos evolutivos, de modo que a seleção natural atue sobre os sistemas cognitivos. Neste sentido, a senescência – apontada por Margulis e Sagan (2002) como um dos produtos da evolução – permite propor questionamentos aos objetos da natureza do mundo vivo para que sentidos sejam construídos e aprimorados.

Se a ciência Biologia não estiver unificada para a compreensão da vida da forma como apresentamos neste capítulo, inúmeros estudos podem ser realizados nas diversas áreas e componentes curriculares acerca do fenômeno e ainda encontraremos a dificuldade para responder “o que é vida”.

Por isto, ressaltamos anteriormente, que a ciência Biologia possui uma metodologia própria, que favorece o estudo integrado e que corrobora com a sua unificação. Essa metodologia consiste na compreensão das narrativas históricas, por meio das causas próximas e últimas, sendo as primeiras de ordem fisiológicas com questões “o quê?” e “como?”, enquanto as últimas de ordem evolutiva, com questões “por quê?” (MAYR, 2008). Salientamos que Mayr (2008) foi um dos defensores dessa abordagem holística para o estudo da vida através destas questões e, de acordo com Selles e Ferreira (2005), a disciplina escolar Biologia tem incorporado essa ideia, uma vez que reúne em seu currículo as ciências que antes estavam separadas. Mas, no que se refere ao âmbito acadêmico ou ao curso de Ciências Biológicas, para a formação de professores de Biologia, as referidas autoras apontam que o processo de unificação nessa esfera enfrenta inúmeras dificuldades, sendo parte delas devido a própria concepção da natureza da ciência Biologia e a caracterização de seu objeto de estudo.

Após essa longa jornada reflexiva sobre os teóricos que fundamentaram esta tese, no próximo capítulo caracterizamos a natureza desta pesquisa e descrevemos o seu percurso metodológico para que pudéssemos constituir os capítulos investigativos referentes: a análise do currículo do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Maringá (capítulo 3); os discursos sobre o que é vida na ótica de graduandos que perpassaram por este currículo (capítulo 4) e os caminhos possíveis para a formação de professores capacitados a explicar o que é vida na ótica de professores pesquisadores que ministram componentes curriculares do currículo investigado (capítulo 5).

## **CAPÍTULO 2: Delineamento da investigação**

Este capítulo apresenta o percurso metodológico desenvolvido nesta pesquisa, que teve o objetivo de compreender se o currículo do curso de Ciências Biológicas tem formado professores capacitados a explicar o que é vida de modo holístico e integrado. Desta forma, identificamos a priori três elementos investigativos necessários para tecer essa compreensão, sendo eles: o projeto pedagógico do Curso de Ciências Biológicas; os licenciandos do último ano do referido curso; e professores de componentes curriculares do curso. Com isto, percebemos que esta investigação está centrada no caso do curso de Licenciatura de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, que para atender nossas necessidades investigativas, caracterizou a natureza qualitativa desta pesquisa.

Mas, para explicar melhor o caráter qualitativo ao qual esta pesquisa pertence e como foram os procedimentos adotados, nas seções seguintes abordamos a caracterização e fases da pesquisa, o porquê do caminho escolhido, e os procedimentos de análise.

### **2.1 Natureza e a organização da pesquisa**

Para compreender a problemática em estudo, esta pesquisa reuniu distintos procedimentos metodológicos que trouxeram à tona a subjetividade deste ensaio empírico por meio da combinação minuciosa entre o ambiente da pesquisa (curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá), os sujeitos envolvidos (professores e licenciandos do referido curso) e dos procedimentos de análises dos dados constituídos.

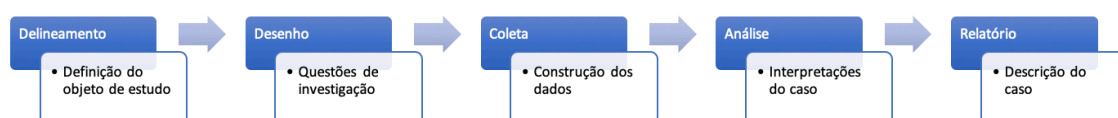
Neste sentido, pode-se caracterizar a natureza da pesquisa como sendo qualitativa, uma vez que se trabalha com um determinado contexto da realidade que não pode ser analisado de uma forma isolada (FLICK, 2011). Esta abordagem de pesquisa compreende desde a utilização de aportes teóricos e metodologias que dialogam entre si para o reconhecimento de distintas perspectivas – sob a ótica de quem investiga – até a construção do conhecimento em questão (FLICK, 2011).

Em contraste com a pesquisa quantitativa, a qualitativa não propõe um procedimento padrão, mas sim executável, além de não trabalhar com dados exatos, de modo a não ser possível, ao final, a elaboração de leis ou enunciados universais (FLICK, 2011). Desta forma, destaca-se que esta pesquisa não buscou revelar em meio à subjetividade dos dados as verdades absolutas ou respostas exatas para o problema “o que é vida?”, mas sim revelar a complexidade da realidade deste fenômeno em um estudo de um caso de formação inicial do curso de Ciências

Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, o qual perpassei minha graduação e realizei minha investigação de mestrado e doutorado.

O procedimento executável que adotamos nesta pesquisa pode ser expresso pela figura 4, demonstrando resumidamente as distintas etapas, caracterizadas por diferentes fases e estratégias de investigação e de análise, mas que se concatenaram para descrever o estudo deste caso.

Figura 4 Percurso do estudo de caso.



Fonte: dados da pesquisa.

O objeto de estudo desta pesquisa é o fenômeno vida, sob uma perspectiva de ferramenta integradora dos conhecimentos biológicos. Como já explicitamos anteriormente, entendemos que o fenômeno vital tem caráter de conceito estruturante, que pode orientar a organização de um currículo de modo integrado para uma compreensão holística do que é vida.

O desenho da pesquisa se configurou por meio das questões investigativas, citadas a priori, sobre “Como o fenômeno vida é abordado nas disciplinas que compõem o curso de Ciências Biológicas?”; “Quais formas de pensamento sobre o fenômeno vida podem ser identificadas em estudantes do último ano do curso de Ciências Biológicas?”; e “Quais perspectivas são apontadas por professores do referido curso de se trabalhar o fenômeno vida de modo holístico e integrado?”. Foram estas questões que nos instruiu a estruturar as demais fases investigativas e os procedimentos para a constituição de dados, que ocorreu em três instâncias: a primeira mediante a análise do documento que regulamenta o currículo vigente do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá (o PPCB); a segunda com o diálogo com graduandos do último ano do curso que perpassaram por este currículo; e a terceira mediante a entrevista com professores pesquisadores que lecionam componentes curriculares do currículo vigente e que também já lecionaram para os graduandos investigados. Cada uma destas fases está melhor descrita na seção seguinte.

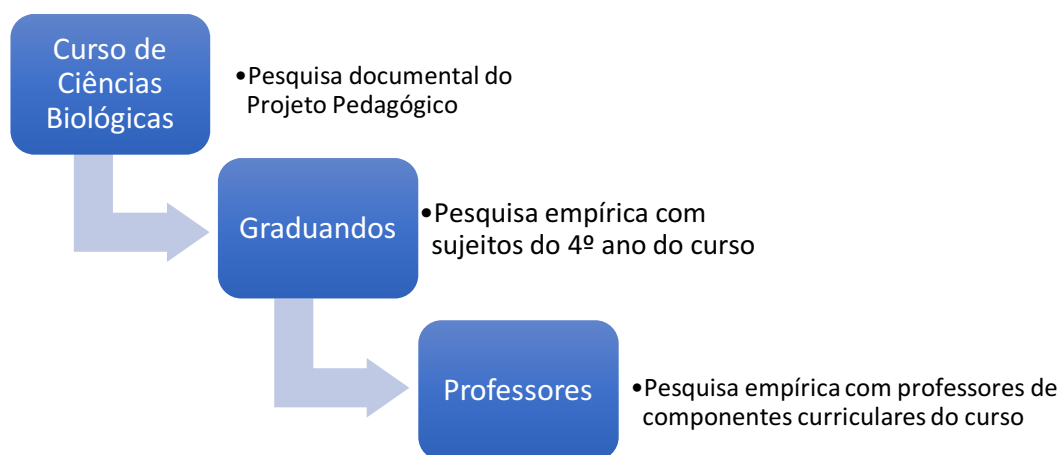
Com o aporte dos dados, iniciamos a estratégia de análise, ocorrendo em duas fases distintas. A primeira fase se constituiu por meio de uma análise documental do PPCB, enquanto a segunda ocorreu por meio da análise textual discursiva de produções textuais (respostas argumentativas às questões semiestruturadas) de graduandos e de transcrições de interações dialogadas com graduandos e professores que aceitaram participar desta investigação.

Por fim, mediante a análise destes dados, ao nos voltarmos às questões desta pesquisa, descrevemos o caso do curso de Ciências Biológicas da UEM por meio das considerações finais desta tese, para mostrar como a discussão desse fenômeno no âmbito das componentes curriculares pode ser plural e polissêmica.

## 2.2 Fases da constituição de dados da pesquisa

Dentre o rol de etapas descritas anteriormente, destacamos que para a investigação foram necessárias três fases em função das questões que delinearão a pesquisa, para as quais dedicamos esta seção deste capítulo para melhor descrever os procedimentos adotados. A figura 5 representa as instâncias e suas investigações, sendo elas: (i) *pesquisa documental do projeto pedagógico* do curso de Ciências Biológicas; (ii) *pesquisa empírica com licenciandos do último ano do curso*; (iii) *pesquisa empírica com professores de componentes curriculares do curso*.

Figura 5 Unidades de análise do estudo de caso.



Fonte: dados da pesquisa.

Por *pesquisa documental* compreendemos a investigação e documentos internos, pertencentes da organização investigada, e/ou externos que são de instituições governamentais ou não governamentais, institutos de pesquisa e entre outras (ZANELLA, 2013). As universidades, tanto estaduais, quanto federais e ou tecnológicas, são comumente fontes de documentos que podem ser obtidos para as pesquisas científicas.

Os documentos internos podem ser desde relatórios a fichamentos, manuais, regulamentos e/ou resoluções que são de domínio comum. A vantagem deste tipo de documento é o seu fácil acesso e baixo custo na obtenção.

A pesquisa documental deve estar orientada pelo objetivo ou pela questão da investigação, de modo a contribuir para a seleção de documentos e de seus conteúdos para a

análise, uma vez que todo documento é uma fonte preciosa de dados para o investigador, desde que se tenha consciência do objeto a ser investigado (CELLARD, 2008).

O uso de documentos em pesquisas científicas é comum tanto em caráter quantitativo quanto qualitativo. Desta forma, autores como Zanella (2013) e Cellard (2008) discutem sobre procedimentos para a realização da pesquisa documental, de modo a conferir fidedignidade à investigação. Os principais aspectos a serem considerados neste tipo de pesquisa são: i) acessibilidade aos documentos; ii) autenticidade dos documentos; iii) identificação do assunto no documento; iv) análise do documento; v) uso dos dados do documento.

Em suma, os aspectos apresentados devem garantir que o documento esteja disponível para quem queira acessar, afinal, documentos sigilosos são de difícil obtenção e podem ser restritos a diversos interessados no documento. Os documentos devem ser originais, quando não originais fotocopiados e reconhecidos mediante órgão especializado para atestar a veracidade dos mesmos. O documento deve abordar o assunto da investigação e ter relação explícita com o objetivo de pesquisa, caso contrário pode dificultar a compreensão e a interpretação do fenômeno em estudo. O documento deve ser passível de análise e sua análise deve ser objetiva, descritiva e relacionada ao conteúdo do documento ou aos referenciais teóricos que justificam a análise. Os dados do documento devem fazer parte do domínio da pesquisa, ou seja, serem utilizados pelo pesquisador para interpretar, justificar e/ou inferir problemáticas investigadas, uma vez que assim como descrito anteriormente, caso os dados não sejam utilizados os mesmos poderão dificultar a compreensão do desenvolvimento da pesquisa.

Para Yin (2015), as pesquisas que envolvem o uso de documentos apresentam pontos fortes e fracos, devendo ao pesquisador o reconhecimento destes para o desenvolvimento da investigação.

Os principais pontos fracos da pesquisa documental são: i) a baixa capacidade de recuperação dos documentos; ii) a seleção tendenciosa de documentos; iii) a falta de acessibilidade ao documento (YIN, 2015). Sobre a baixa capacidade de recuperação dos documentos, o investigador deve estar ciente de que quando se trata de um documento único ou de elevada raridade, o mesmo pode sofrer perdas de informação que afetam diretamente a investigação. No que se refere a seleção tendenciosa do documento, o pesquisador, embora não seja neutro, deve estar ciente dos procedimentos escolhidos para a seleção, devendo estes procedimentos serem descritos fielmente à forma como foram selecionados e, ainda, justificados. Sobre a obtenção de documentos sigilosos, a indisponibilidade ou falta de acesso aos mesmos pelos pares pode vir a comprometer a análise, logo, é importante que os dados estejam mais explícitos para fundamentar as interpretações elaboradas.



Todavia, os pontos fortes da pesquisa documental reforçam sua ampla utilização tanto em investigações quantitativas quanto qualitativas, sendo os principais a estabilidade, a exatidão e a amplitude. Os documentos são estáveis, pois podem ser revistos – quando de domínio público – quantas vezes forem necessárias. Além disso, os mesmos são exatos, pois contém dados detalhados, com referências, nomenclaturas, conteúdo diverso. Como os documentos podem se referir a um espaço temporal maior do que uma coleta de dados por entrevista ou ensaio experimental, trata-se de uma ampla cobertura que pode envolver diferentes eventos e ambientes, contribuindo para a riqueza das interpretações.

No caso desta tese a pesquisa documental utilizou documentos de domínio público e oriundos da universidade estadual investigada (UEM). Por meio destes documentos, foi possível realizar uma análise descritiva, concatenada com a intervenção com os sujeitos desta pesquisa, uma vez que em uma análise exploratória do PPCB permitiu constatar que no último ano do curso, o rol de disciplinas cursadas deveria oferecer subsídios para a compreensão integrada do fenômeno vital.

A *pesquisa empírica* com sujeitos, que aceitaram participar voluntariamente desta pesquisa, mediante a assinatura do Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE), foram divididos em duas categorias: licenciandos do último ano do curso de Ciências Biológicas, que estavam cursando as disciplinas de Instrumentação para o Ensino de Biologia e Estágio Supervisionado II; e professores pesquisadores de componentes curriculares do curso investigados no mestrado e novamente para a presente pesquisa. Ao todo, os que aceitaram participar foram 20 licenciandos e 02 professores mediante assinatura do TCLE.

Optamos por escolher licenciandos matriculados nas disciplinas supracitadas sob a hipótese de que ao final do curso os futuros professores devem ter subsídios, oriundos das componentes curriculares, para elaborar explicações sobre o fenômeno vida.

Desta forma, para realizar a segunda fase de constituição de dados da pesquisa, foram organizados seis encontros com os graduandos do último ano do curso de Ciências Biológicas, que estavam matriculados e frequentando as disciplinas de Instrumentação para o Ensino de Biologia e Estágio Supervisionado II, do turno integral. Ou seja, estas componentes curriculares foram o ambiente da intervenção da pesquisadora nessa fase da pesquisa.

Os seis encontros para a constituição de dados, através de questionários e gravações de discussões, foram distribuídos em duas semanas, com três encontros cada, que ao todo somaram uma carga horária de 22 h. Os licenciandos foram acompanhados pela pesquisadora durante a investigação, através de interações discursivas e entrevistas, para a confiança da constituição dos dados, além de reforçar o caráter qualitativo da mesma. Para Moreira (2011), quando o

pesquisador se situa em seu ambiente de pesquisa, possibilitando aplicar seu instrumento de coleta de dados mais de uma vez para um mesmo grupo, pode ser considerada uma forma de validação da mesma. Desta forma, durante período citado foi possível realizar continuamente coletas de dados empíricos por meio de questionários discursivos (Apêndice I), interações em grupo (Apêndice II) e produções textuais (Apêndice III).

Os encontros com os graduandos, sujeitos desta pesquisa, seguiram um cronograma pré-estabelecido, mediante os objetivos investigativos para responder as questões de pesquisa desta tese. O quadro 1 exibe os respectivos encontros com suas durações, temas, objetivos e os dados que foram constituídos por meio destes.

Quadro 1 Organização da intervenção com graduandos do último ano do curso de Ciências Biológicas.

ENCONTRO	TEMA	OBJETIVO	DADOS OBTIDOS
1° 4 h/a	Epistemologia da Biologia	Extrair conhecimentos prévios	Respostas às questões semiestruturadas em questionário
2° 3 h/a	Epistemologia da Biologia	Refletir sobre as correntes epistemológicas da Biologia	Interações discursivas gravadas em dispositivo
3° 4 h/a	Epistemologia da Biologia	Obter ressignificação das respostas obtidas à priori	Interações discursivas gravadas em dispositivo e respostas ao questionário
4° 4 h/a	Caracterização do objeto de estudo da Biologia	Extrair conhecimentos prévios	Respostas às questões semiestruturadas em questionário
5° 3 h/a	Caracterização do objeto de estudo da Biologia	Refletir sobre os subsídios que a Biologia possui para definir e conceituar seu objeto de estudo	Interações discursivas gravadas em dispositivo
6° 4 h/a	Caracterização do objeto de estudo da Biologia	Obter ressignificação das respostas obtidas à priori	Interações discursivas gravadas em dispositivo e respostas à questionário

Fonte: das autoras.

Na primeira semana, as discussões e debates foram sobre a Epistemologia da Biologia. Neste momento da intervenção com os graduandos foi possível extrair conhecimentos prévios sobre o tema mediante questionários semiestruturados, o seu papel para a compreensão do conhecimento biológico e a ressignificação desses conhecimentos por meio de interações discursivas que foram gravadas e transcritas (Apêndice IV). Todo esse material obtido foi tratado pela análise textual discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2016), a ser melhor explicitada na última sessão deste capítulo e disponibilizada sua análise no capítulo 4.

Reconhecemos que as questões semiestruturadas possuem uma limitação, como Flick (2004) salienta, pois, este instrumento pode gerar desconforto no sujeito, uma vez que o mesmo pode interpretá-lo como uma avaliação de desempenho – o que leva as respostas evasivas ou não conclusivas. Todavia, quando bem introduzidas as questões semiestruturadas, as mesmas apresentam um vantajoso potencial para a obtenção de dados como destaca o próprio autor. Por

isto, esta pesquisa se preocupou em elaborar questões contextualizadas e problematizadas para minimizar os possíveis desconfortos por parte dos graduandos.

Na segunda semana de intervenção, foi trabalhado o tema da caracterização do objeto de estudo da Biologia, com a intenção de extrair, em primeiro momento, os conhecimentos prévios mediante questionário semiestruturado com questões discursivas (Apêndice V). Esta etapa, concatenada com a anterior, buscou discutir como as diferentes correntes epistemológicas contribuem para a compreensão da vida como objeto de estudo da Biologia, além de suscitar por parte dos sujeitos tentativas de explanação do fenômeno vital, as quais foram gravadas em dispositivo de áudio para a transcrição.

Destacamos que as gravações, de modo geral, servem como instrumento de coleta de dados que enriquecem a posterior análise dos mesmos. Para Flick (2004), as interações em grupos mediados pela pesquisadora configuram uma estratégia qualitativa tal como discussões tipo grupo de foco, pois o sujeito continua imbuído em seu contexto e em suas relações cotidianas durante a entrevista – o que confere um caráter mais natural da constituição de dados. Desta forma, ainda corroborando com o autor supracitado, as discussões em grupo permitem validar concepções, uma vez que os sujeitos podem reconstruir opiniões, sentidos e significados.

A *pesquisa empírica* envolvendo professores pesquisadores do curso de Ciências Biológicas, que lecionam componentes curriculares do PPCB, foi a terceira etapa da constituição de dados, que se deu por meio de entrevistas semiestruturadas.

Os professores que aceitaram participar mediante a assinatura do TCLE foram os das componentes curriculares *Bioquímica* e *Ecologia de Populações* que se dispuseram a argumentar e contra argumentar sobre a veiculação de conceitos no processo de formação inicial do curso; a revelar quais temas podem ter conceitos abrangentes para explicar o que é vida; se já houve momentos de discussão sobre o fenômeno da componente curricular em que leciona; como o fenômeno vida poderia ser discutido em sua componente; e se o atual currículo do curso tem possibilitado a formação de professores pesquisadores capacitados a explanar de modo integrado e holístico o que é vida.

Todo esse diálogo através de roteiro semiestruturado foi gravado e transcrito para a realização da ATD (MORAES; GALIAZZI, 2016) no capítulo 5 da tese. Desde já, pode-se dizer que os dados obtidos nesta etapa são tão relevantes quanto os demais, uma vez que já investigamos esses professores pesquisadores durante o mestrado e neste estudo de caso é pertinente averiguar se a intervenção do passado proporcionou reflexões sobre o fenômeno vida e a própria componente. Naquele momento, como já relatado, identificamos concepções de vida

nesses professores, porém nossa intenção na tese foi verificar se os discursos desses têm feito parte do processo de formação inicial desses graduandos envolvidos.

### **2.3 Por que estudo de caso?**

Nesta seção buscamos explicar porque esta pesquisa se configura como um estudo de caso, suscitando seus principais elementos e convergências com o fio condutor proposto na introdução desta tese.

Na literatura encontramos diversos referenciais que explicitam o estudo de caso como uma das estratégias descritivas, recorrentes em diversas áreas de pesquisa (YIN, 2015; 2003; ZANELLA, 2013; MOREIRA, 2011; ANDRÉ, 2013; 1998; MAZZOTTI, 2007; EISENDHARDT, 2007; 1989). Afinal, um estudo de caso comporta uma investigação de processos organizacionais, mudanças ocorridas e maturação de dados setores (ANDRÉ, 2013; MAZZOTTI, 2007; YIN, 2003). Desta forma, este tipo de estudo tem se popularizado em investigações que têm como foco a descrição de características holísticas e significativas de eventos da vida real (YIN, 2003).

Como esta tese está centrada no potencial do fenômeno vida ser um conceito estruturante, ferramenta que integra componentes curriculares do curso de Ciências Biológicas, simpatizamos com a semântica desta abordagem holística que se baseia o estudo de caso. Afinal, após investigarmos no mestrado as concepções de vida nos discursos de professores pesquisadores do referido curso, nos inclinamos para compreender “como” esses discursos têm repercutido na formação inicial. Porém, este “como” demandou uma complexidade investigativa maior do que a desenvolvida no mestrado. Para conseguirmos compreender o “como” foi preciso, por meio de intensos estudos, definir os meios e as estratégias para que fornecessem maior confiança para tecer nossas interpretações. Entrevistar somente os alunos não seria suficiente. Voltar a conversar com os professores em segundo momento não necessariamente nos ajudaria a compreender. Analisar o currículo sozinho seria demasiadamente tendencioso, visto ao contexto político e epistemológico no qual o mesmo é constituído. Mas, investigar essas três unidades de análise, de modo integrado, é o que confere a particularidade deste estudo. Pensando nessa riqueza de dados, necessária para esta tese, verificamos que estaríamos analisando o fenômeno vida em uma dada realidade vivenciada em três instâncias: o currículo; os graduandos e os professores.

A literatura define o estudo de caso como sendo uma investigação que pode incluir tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos, que admitem a complexidade de sistemas humanos

e que possuem uma completude de integração, sendo constituídos pela soma das interações de suas partes (ANDRÉ, 2013; MAZZOTTI, 2011; MOREIRA, 2011). Logo, podemos dizer que nesta tese utilizamos como dados quantitativos as ocorrências do fenômeno vital em componentes e em conteúdos dos programas disciplinares. Como dados qualitativos foram as entrelinhas do documento ao explicar a sua organização para a formação de professores pesquisadores capacitados a explicar o objeto de estudo da Biologia, além dos discursos de graduandos e professores que perpassaram por este currículo.

Esse fenômeno contemporâneo investigado fez parte da vida dos sujeitos envolvidos, de modo que seus limites não estão muito bem demarcados. Afinal, as concepções dos alunos podem ser reflexo das concepções de professores e, as destes sujeitos, podem estar relacionadas ao programa de conteúdos de sua componente curricular, estabelecidas pelo PPCB – ou, ainda, serem concepções oriundas das respectivas áreas de atuação na pesquisa (RODRIGUES, 2016).

Para Eisendhardt (1989) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que se foca em compreender a dinâmica apresentada dentro de contextos específicos. Ou seja, ao contrário do que muitos relatam, o estudo de caso não é uma metodologia, mas sim um caminho possível para validar construções de compreensões holísticas, considerando suas múltiplas dimensões e dinâmica natural, de modo que o resultado obtido não seria possível construí-lo novamente por uma simples repetição e/ou amostragem (ANDRÉ, 2013; YIN, 2003). Na concepção de Yin (2003, p. 32), um caso é “um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Traçar os contornos de um estudo de caso não é fácil. Como já ressalta Mazzotti (2007, p. 640) “Algumas características podem estar dentro do sistema, nos limites do caso, e outras fora, e nem sempre é fácil para o pesquisador dizer onde termina o indivíduo e começa o contexto.”. Pensando nesta dificuldade, o autor indica três situações em que se pode contemplar o estudo de caso, sendo elas: i) para testar uma hipótese ou teoria explicitada; ii) quando o fenômeno do caso é extremo ou único; iii) para revelar um determinado fenômeno ou situação que até então era inacessível à investigação científica.

Isto não quer dizer que para a pesquisa ser um estudo de caso deva ter apenas uma destas situações. Esta tese, por exemplo, embora não seja o objetivo central, por meio de nossas questões investigativas verificamos a possibilidade de o fenômeno vida ser uma ferramenta integradora dos conhecimentos biológicos, tal como um conceito estruturante; também concebemos que o currículo que compreende o curso de Ciências Biológicas é um fenômeno único (sua organização é especificada pelo PPCB da UEM); e ainda, buscamos revelar se esse currículo do curso, bem como os professores, tem propiciado a formação de graduandos

capacitados a explicar de modo holístico e integrado o fenômeno da vida.

Desta forma, ao considerarmos essas situações, escolhemos percorrer este caminho descrito como estudo de caso. Para clarificar nossas escolhas nesta pesquisa, vamos discutir as referências de três trabalhos, André (2013), Mazzotti (2011) e Yin (2003), que versam sobre pressupostos teóricos semelhantes, como Stake (2000; 1989) e Platt (2002), para mostrarmos como o estudo de caso se aplica nesta investigação educacional.

O conhecimento produzido através de estudo de caso é diferente das demais abordagens investigativas, uma vez que pode ser considerado mais concreto por utilizar múltiplas fontes de constituição de dados, ser mais contextualizado e mais voltado para a interpretação do leitor (ANDRÉ, 2013). Ao se tratar, então, de investigações na educação, este conhecimento é comumente descritivo e analítico de uma unidade social. Por ser considerado as múltiplas dimensões e dinâmicas naturais neste processo de construção do conhecimento, o caso pode ser utilizado em avaliações e em incorporações de uma política no cotidiano escolar (ANDRÉ, 2013). Desta forma, os estudos de caso são muito mais do que uma pesquisa exploratória, uma vez que nessa pluralidade estratégica os propósitos podem ser distintos perante as questões que norteiam o caso (YIN, 2003).

Os três principais propósitos de um estudo de caso são de natureza: exploratória, preocupada com questões do tipo “o que”; descritiva, norteada por questões tipo “o que” e “como”; e explanatória, que busca responder questões do tipo “por que”, mas também “como” (MAZZOTTI, 2007; YIN, 2003).

Mas, antes de definir o propósito do caso é necessário compreender qual é o caso. Nesta tese, nosso caso é o curso de Ciências Biológicas, que se desdobra em distintas unidades de análise – sendo estas, consideradas por Yin (2003), como diferentes casos que podem estar concatenados para a compreensão holística do fenômeno. Para Mazzotti (2007, p. 642) “o interesse no caso deve-se à crença de que ele poderá facilitar a compreensão de algo mais amplo”. Nós acreditamos que ao investigarmos o currículo, graduandos e professores do curso de Ciências Biológicas da UEM, compreendemos “como” tem sido a formação desses sujeitos para explicar o objeto de estudo da Biologia.

São palavras diferentes da questão proposta na introdução, mas elas versam exatamente a nossa intenção de pesquisa. Logo, por nos centrarmos na questão de “como” este caso se desvela, podemos justificar sua natureza como sendo descritiva e também explanatória, uma vez que nós descrevemos o caso para explicitar os caminhos possíveis para a utilização do fenômeno vida como conceito estruturante para uma formação integrada e holística.

De acordo com Yin (2003) questões sobre o como e o porquê se referem a relações

complexas e, perante esta complexidade, podemos dizer que nosso caso não é uma situação concreta – por não ser algo mensurável em uma quantificação ou em uma única teoria. Desta forma, esta pesquisa pode ser considerada um caso intrínseco ao abordar uma questão ampla (ANDRÉ, 2013; MAZZOTTI, 2007; YIN, 2003). Para Mazzotti (2007, p.642), o objetivo do caso intrínseco não é elaborar uma teoria, mas sim “fornecer *insights* sobre um assunto ou para contestar uma generalização amplamente aceita” – no qual contestamos a abordagem fragmentária e desarticulada do currículo do curso de Ciências Biológicas.

Ainda podemos mencionar o caráter coletivo deste caso, uma vez que este se desdobra por meio de diferentes unidades de análise, que são instrumentos para a compreensão do todo. Ou seja, o curso é investigado por meio do currículo, que é comum para os graduandos do último ano e para os professores que lecionam componentes curriculares deste para estes alunos. Então, este estudo de caso é coletivo ao contemplar diferentes instrumentais, cada qual possuindo suas particularidades e suas respectivas formas de investigação, obtenção de dados e análise (ANDRÉ, 2013; YIN, 2003).

Ainda vale ressaltar que nós escolhemos esta estratégia coletiva por se adequar a nossa investigação de acontecimentos contemporâneos que fogem ao nosso controle – uma vez que o currículo está posto; os professores têm suas concepções particulares; e os graduandos apresentam suas bagagens teóricas e formativas particulares (embora todos os sujeitos cursaram o mesmo rol de componentes curriculares). Ou seja, para compreender a questão inicial desta pesquisa, vários elementos são necessários para construirmos uma generalização – por isto múltiplos casos.

Ao considerar esses elementos, priorizamos por uma riqueza de fonte de dados como documentos, questionários, entrevistas e grupos focais – por meio dos encontros relatados na seção anterior. Todo este material converge para o aprofundamento deste estudo (ANDRÉ, 2013; YIN, 2003), que respeita uma lógica de planejamento para enfrentar uma situação única, cheia de variáveis baseadas em distintas fontes de evidências para que os dados sejam triangulados. Logo, ressaltando, a situação – questão investigada – é única, porém, compreendida por casos múltiplos. Nas palavras de Mazzotti (2007, p. 642):

“No estudo de caso coletivo o pesquisador estuda conjuntamente alguns casos para investigar um dado fenômeno, podendo ser visto como um estudo instrumental estendido a vários casos. Os casos individuais que se incluem no conjunto estudado podem ou não ser selecionados por manifestar alguma característica comum. Eles são escolhidos porque se acredita que seu estudo permitirá melhor compreensão, ou mesmo melhor teorização, sobre um conjunto ainda maior de casos.”

Dentre as aplicações do estudo de caso, Yin (2003) destaca quatro, fundamentado por Stake (1986): i) Casos únicos, empregados para testar uma teoria ou quando o fenômeno é raro ou extremo e longitudinal, em que se estuda o caso único em momentos distintos no tempo; ii) Casos múltiplos, são mais consistentes e permitem maiores generalizações, mas demandam maiores recursos e tempo por parte do pesquisador; iii) Enfoque incorporado, quando o caso pode envolver mais de uma unidade de análise; iv) Enfoque holístico, que busca examinar apenas a natureza global de um programa ou da organização.

Mas, o próprio Stake (1986) tenta não ser taxionômico, ao categorizar os estudos de caso, porque admite que a maioria dos estudos desenvolvidos, devido as suas particularidades, frequentemente não encaixam claramente naquelas categorias. Esta pesquisa, por exemplo, está fortemente relacionada com o caso múltiplo de enfoque holístico. Então, o mais importante neste caminho metodológico é não perder de vista ambiente onde foram realizados os procedimentos para a constituição dos dados, sendo este melhor descrito na seção seguinte deste capítulo, para a posterior análise dos mesmos para tecer as generalizações deste caso para responder nossa pergunta inicial sobre como o curso investigado tem mobilizado conhecimentos biológicos para uma formação holística e integrada de professores pesquisadores capacitados a explicar o que é vida.

#### **2.4 O ambiente do estudo de caso**

Ao resgatar os estudos realizados sobre o fenômeno da vida com professores pesquisadores na dissertação de mestrado e, também, aqueles realizados em *Comunidade de Prática de Biologia: Pesquisa e Ensino*, teve-se a necessidade de dar continuidade a investigação com esta tese no curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá (UEM) – Campus sede.

A relevância de estabelecer o curso como o ambiente desta pesquisa se deve ao fato de que foram formados aproximadamente 1.918 profissionais, dos quais a maioria está atuando no ensino básico e superior em estabelecimentos de Maringá, região e em outros estados. A outra parte dos formados está atuando em Institutos de Pesquisas ou cursando pós-graduação em várias regiões do país. Além disso, muitos dos docentes mestres e/ou doutores, nas diferentes áreas biológicas das diversas universidades do país frequentaram o curso de Ciências Biológicas da UEM. Trata-se de um curso que em seu histórico desenvolveu inúmeros projetos de pesquisa, tanto por docentes quanto por biólogos dos departamentos do Centro de Ciências Biológicas. Isto possibilitou aos alunos/acadêmicos a experiência científica fundamental nas



mais diferentes áreas, dando-lhes oportunidades de Iniciação Científica e a docência e aprimorando, assim, sua formação.

A autora desta tese, inclusive, possui uma trajetória formativa por meio do referido curso. Foram cinco anos de graduação no curso de Licenciatura, sendo quatro desses desenvolvidos com projetos de iniciação científica e de iniciação à docência (PIBID), sendo este último decisivo para a escolha da formação acadêmica e ingresso à pesquisa no nível de mestrado. Embora o mestrado tenha sido realizado na lotação do Centro de Ciências Exatas, o curso foi em sua plenitude orientado para o Ensino de Ciências Biológicas, ao investigar o fenômeno da vida nos discursos de professores pesquisadores do referido curso. Por fim, aos anos finais do Doutorado, seguindo na perspectiva de continuar investigando o fenômeno da vida no curso de Ciências Biológicas, novamente, busca-se contribuir com o âmbito acadêmico ao suscitar reflexões de graduandos e professores do curso sobre o objeto de estudo do curso.

O curso de Ciências Biológicas da referida universidade foi criado na década de 1970 com a habilitação de Licenciatura. Em meio ao regime militar, o curso foi implementado no primeiro semestre de 1973, porém, só houve o reconhecimento pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) no dia 11 de maio de 1976 pelo Decreto n. 77.584-MEC.

No segundo semestre de 1988 foi implantada a habilitação Bacharelado, conforme a Resolução n. 028/88-COU de 22 de julho. Até então o curso em ambas modalidades era oferecido no período matutino, somente em 1996 teve início as atividades no turno noturno, ofertando apenas a habilitação de Licenciatura.

De acordo com o projeto pedagógico do curso, os campos de atuação dos formandos variam entre o ensino, pesquisa e a prestação de serviços à comunidade. No entanto, o que se observou perante uma análise exploratória das componentes curriculares do curso é que a formação tem impulsionado mais a atuação no campo de pesquisa. Um dos motivos se deve ao fato de o curso possuir inúmeras disciplinas de conhecimento teórico-prático da Biologia em contrapartida as poucas relacionadas ao ensino. O currículo reforça que “O biólogo deve desenvolver o raciocínio científico e o espírito crítico integrados à natureza e à cultura de seu povo.” (PPCB, 2012, p.3). Mas, embora admita que tanto licenciado quanto bacharel são biólogos, destaca que “a formação do licenciado é mais adequada ao ensino, enquanto que a do bacharel é mais apropriada à pesquisa e à prestação de serviços à comunidade.” (ibidem).

O curso está homologado no Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas da UEM e conta com o apoio de diversos departamentos para a oferta das componentes curriculares que são estabelecidas pelo projeto pedagógico (PPCB).

O projeto pedagógico do curso de Ciências Biológicas (PPCB), analisado no capítulo 3 desta tese, pode ser obtido de duas formas: uma eletrônica, em PDF, resumido, disponível no próprio site do departamento de Biologia ([www.dbi.uem.br](http://www.dbi.uem.br)); outra física, em processos, completo e detalhado, disponível na secretaria do departamento de Biologia. É válido destacar que para a riqueza dos dados ambas as versões foram analisadas, sendo esta última utilizada para compreender as alterações realizadas no curso desde a sua grande reformulação do projeto, iniciada no ano de 2004 com implementação no currículo em 2006 (Resolução 3192/2005-PRO). Ainda é pertinente ressaltar que outras reformulações foram feitas no projeto pedagógico nos anos de 2008 e 2009, sendo estas alterações implementadas no currículo em 2010 (Resolução 044/2010-CI/CCB).

Desde então, o curso tem sido constantemente avaliado para o estabelecimento de reformulações através do Núcleo Docente Estruturante (NDE), com o propósito de garantir uma sólida formação básica inter e multidisciplinar.

No histórico do curso, a partir de 2015 deu-se o início as discussões sobre as políticas de Formação Inicial em nível superior (cursos de Licenciatura, cursos de Formação Pedagógica para graduados e cursos de Segunda Licenciatura), considerando as novas Diretrizes curriculares Nacionais por meio da Resolução nº 002/2015-CNE/CP. O objetivo principal do documento consiste no fortalecimento desses cursos em todo o país, de modo que refletiu na implementação de um Fórum Permanente das Licenciaturas-UEM, regulamentada pela Resolução nº 023/2016-CEP, para promover discussões sobre o tema.

Nesse contexto, destaca-se que o curso de Ciências Biológicas da UEM, por meio dos trabalhos do NDE, passou a ser rediscutido com o objetivo de revisar e atualizar o PPCB no que diz respeito à Formação de Professores (habilitação Licenciatura e, conseqüentemente, a habilitação Bacharelado). De acordo com o descritivo histórico homologado no Departamento de Biologia, a revisão visa atender a seguinte pauta (DBI/UEM):

- i) adequação da habilitação Licenciatura à Resolução nº 002/2015-CNE/CP, como por exemplo: inserção dos conceitos de Prática como Componente Curricular/Prática Pedagógica e Dimensão Pedagógica na maioria das ementas das disciplinas do curso, implantação da disciplina de Gestão Escolar na estrutura curricular do curso;
- ii) criação da disciplina de Didática das Ciências (em substituição à disciplina de Didática geral);
- iii) revisão da carga horária total do curso;

- iv) manutenção da entrada única no ato da inscrição do Vestibular para as duas habilitações (Licenciatura e Bacharelado) no curso integral;
- v) adequação da carga horária do componente curricular Estágio Supervisionado da Licenciatura (Ciências e Biologia), totalizando 400 horas de estágio;
- vi) inserção, de acordo com as respectivas resoluções, das discussões acerca das questões relativas à Educação em Direitos Humanos (Resolução nº 001/2012-CNE/CP), à Educação das Relações Étnico-raciais (Resolução nº 001/2004-CNE/CP) e à Educação Ambiental (Resolução nº 002/2012 – CNE/CP) em algumas disciplinas do curso, dentre outras adequações.

Segundo o portal do DBI/UEM, a proposta de reformulação do PPCB está em trâmite e segue para aprovação, com previsão para o início de sua implantação no ano letivo de 2020.

Desta forma, para a análise do PPCB nesta tese optou-se pelas versões física do documento, composta por três volumes, sendo o primeiro de número 3192/2005-PRO, e a online, pois a mesma dispõe o currículo vigente por meio da resolução 044/2010-CI/CCB. Tanto a versão física quanto a online, o PPCB dispõe as descrições das habilitações ofertadas pelo curso, a seriação e o rol de disciplinas obrigatórias e optativas, além de dispor das ementas disciplinares que resumem o objetivo geral de cada disciplina.

Para complementar a pesquisa do documento, também foi necessária a busca por programas disciplinares cadastrados na Diretoria de Assuntos Acadêmicos da UEM para melhor compreensão dos conteúdos a serem estudados nas disciplinas.

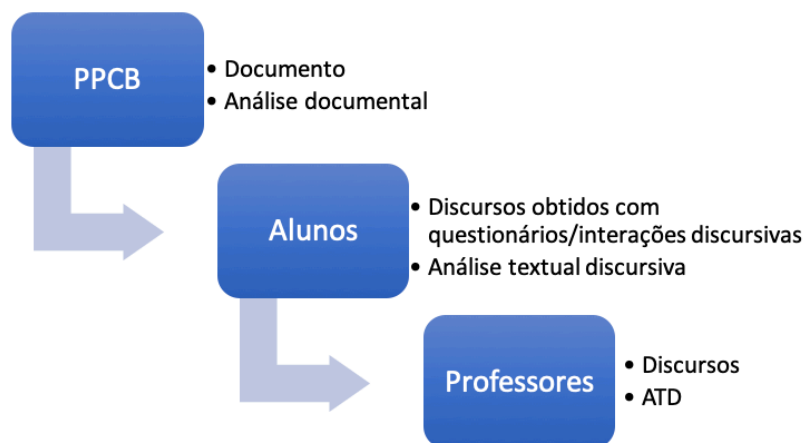
Outro ambiente desta investigação que não podemos deixar de mencionar são as componentes curriculares de Estágio Supervisionado II e Instrumentação para o Ensino de Biologia. Escolhemos estas duas disciplinas por serem ofertadas no último ano da graduação noturna e integral. Logo, assumimos a hipótese de que os alunos desta disciplina haveriam perpassado por um rol de componentes que lhes ofereceram subsídios para explicar o fenômeno da vida de modo holístico e integrado. Como os sujeitos destas disciplinas já foram descritos anteriormente neste capítulo, nos dedicamos na seção seguinte a explanação das estratégias de análise utilizadas na investigação deste campo do estudo de caso.

## **2.5 Estratégias de análise dos dados**

Este estudo de caso contemplou três fases de análise, sendo estas divididas nos capítulos 3 para a análise do PPCB, capítulo 4 para a análise dos discursos dos graduandos do último ano

do curso de Ciências Biológicas e capítulo 5 para a análise dos discursos de professores do referido curso (figura 6).

Figura 6 Escopo da análise do estudo de caso.



Fonte: das autoras.

A primeira fase compreende a análise documental do PPCB mediante os arquivos obtidos da instituição pesquisada. Por análise documental compreende-se o estudo de materiais que ainda não passaram por tratamento analítico, podendo ser interpretados de acordo com os objetos da pesquisa (GIL, 2008). Ao se tratar da área da educação, os documentos podem ser diários de classe, relatórios, programas disciplinares, projeto político pedagógico, entre outros. Os documentos podem ser classificados em fontes primárias (documentos originais, oficiais) e/ou secundárias (cópias, releituras ou interpretações). Nesta pesquisa foram utilizadas ambas as fontes, primárias – originais do PPCB e programas disciplinares – e secundárias – cópias resumidas do PPCB e ementas.

A análise de documentos deve ser organizada por meio de etapas, sendo elas a coleta e levantamento documental, avaliação inicial de cada documento, exame crítico de contexto, autores, interesses, confiabilidade natureza do documento e conceitos-chave (GIL, 2008). Em suma, para realizar uma análise documental é importante ir e voltar no material para responder as indagações da pesquisa, como forma de orientar o olhar para o documento e assim, relacioná-lo com o objeto de estudo na constituição do *corpus* do trabalho, que são as interpretações oriundas deste exercício. Nas palavras de Evangelista (2008, p. 5):

Se o documento existe fora do pesquisador, para que possa extrair dele dados da realidade é preciso que assuma uma posição ativa na produção de conhecimento: localiza, seleciona, lê, relê, sistematiza, analisa as evidências que apresenta.

Ao analisar as evidências é que se produz significados a partir das interpretações. Essa estratégia pode ser considerada como uma complementar da pesquisa, uma vez que as interpretações do documento fundamentam a pesquisa e também inspiram credibilidade, representatividade e validade (GIL, 2008; CELLARD, 2008).

Essa complementaridade também ocorre nas análises da segunda e terceira fase, uma vez que documentos foram produzidos mediante questionários e transcrições. Todavia, nessas fases optou-se por aprofundar a análise pautando-se nos pressupostos da análise textual discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2016).

Por ATD compreende-se uma estratégia situada entre as análises de conteúdo e discurso, que tem como objetivo central de “produzir novas compreensões sobre fenômenos e discursos”. (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 13). Para estas compreensões são necessários diversos movimentos do investigador de caráter interpretativo hermenêutico, tal como caracteriza o estudo de caso.

Antes de aprofundar nas bases teóricas da ATD, vale estabelecer relação do estudo de caso com esta estratégia de análise, pois ambas consideram um papel chave da hermenêutica para a produção de interpretações de textos, discursos, para atribuir sentidos às palavras.

A hermenêutica tem seu seio na teoria do conhecimento de Hans Georg Gadamer no século XX (SIDI; CONTE, 2017). Inicialmente foi considerada um ramo da filosofia como um campo de estudo da interpretação, tanto de caráter prático quanto em exercício – ou seja, como se faz a interpretação e como tem sido feita. Ao contrário do que muitos pensam, esse campo de estudos não envolve apenas textos escritos, mas tudo que há no processo interpretativo. Logo, durante a análise do PPCB a organização das seções, das disciplinas e a distribuição da carga horária também dizem muito sobre a produção de significados da análise, bem como o contexto social, as expressões não verbais e a semiótica das interações com graduandos e professores também auxiliam no movimento de unitarização e categorização.

Desta forma, tratando-se de pesquisa qualitativa que envolve a interpretação, seja em estudo de caso, em análise documental, textual discursiva, ou qualquer outra estratégia utilizada, faz-se necessário a compreensão da relevância da hermenêutica para a produção de conhecimentos.

Para realizar a ATD a pesquisadora necessitou incorporar a postura de intérprete e de autora, partindo da hermenêutica, uma vez que durante toda a análise ocorre um envolvimento intenso, rigoroso para a reconstrução de significados (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Os autores, Moraes e Galiazzi (2016, p. 16), apresentam a ATD como “um processo auto-organizado e emergente, fundamentada no poder criativo de sistemas complexos e caóticos” onde seus “resultados são seguidamente descritivos por quem deles faz uso”.

Em meio a esse processo é importante destacar a importância da fenomenologia, ao considerar que a ATD visa a produção de significados que se relacionam com a essência dos dados. Para extrair esta essência é preciso abordar diretamente o fenômeno do dado, partindo de seu interior, de sua manifestação e de sua subjetividade. Ou seja, a essência do dado em si é algo invariante, porém, a interpretação que se faz dessa essência ou as manifestações a respeito dela é o que confere à subjetividade o poder da criação das interpretações pelo pesquisador (MORAES; GALIAZZI, 2016). Embora pareça algo arbitrário, a fenomenologia fundamenta sua investigação na linguagem. Por isto a ATD necessita desta base hermenêutica e fenomenológica para a compreensão e a reconstrução de conhecimentos existentes nos objetos de estudo investigados.

Vale destacar que ao partir deste pressuposto o sujeito e a linguagem são igualmente importantes, uma vez que o sujeito permite colocar o homem no centro da subjetividade, valorizando seu mundo, suas atitudes e diferentes possibilidades de percepção de um fenômeno. No caso desta pesquisa, é relevante para nós as percepções que os sujeitos investigados apresentam acerca do fenômeno vital.

A linguagem é o meio que expressa as percepções do fenômeno em questão, além de estar “intrinsecamente ligada à construção da realidade do sujeito”, “a palavra está embebida da luz do ser, tendo ela o poder de traduzir a essência do ser.” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p.28). Assim, as manifestações orais e escritas de graduandos e professores investigados são de suma importância para esta pesquisa, uma vez sua respectiva linguagem permite trazer à tona a essência que o fenômeno vida possui para estes, uma vez que “os objetos só adquirem sua significação pela linguagem” (ibid).

Ao utilizar a ATD como estratégia de análise nesta tese, assumimos que texto é todo e qualquer material provido de uma mensagem carregada de uma linguagem que pode ser tanto de origem verbal, quanto não verbal, semiótica, entre outras. Os textos desta pesquisa são de diferentes tipos, parte deles consiste em respostas a questionários discursivos; outra em transcrições de interações discursivas; elaborações textuais; e as transcrições de entrevistas individuais.

Todos esses textos, divididos em episódios e cenas, passaram pelo ciclo de análise da ATD que compreende quatro etapas, divididas em dois processos. O primeiro processo refere-

se ao conjunto das três primeiras etapas: i) *desmontagem de textos*; ii) *estabelecimento de relações*; iii) *captação do novo emergente* (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Neste processo, a *desmontagem de textos* significa examinar os detalhes para construir unidades que fragmentam o texto. Para realizar esta etapa é necessário ter em mãos o significado da leitura sobre os diversos sentidos (a fenomenologia) e uma impregnação do material analisado para conseguir perceber a emergência de compreensões do fenômeno investigado. Esta etapa pode ser subdividida em outras três, que de acordo com Moraes (1999) são: a) *criar as unidades a partir da fragmentação do texto*; b) *significar de modo abrangente cada unidade por meio da reescrita*; c) *nomear cada unidade*.

Após esta etapa, é possível iniciar a *estabelecimento de relações*, momento no qual as unidades do primeiro movimento revelarão as categorias que reúnem os elementos que as aproximam. Neste momento o pesquisador explora as propriedades de cada categoria estabelecida que abrange as unidades. Assim são tecidas compreensões acerca do fenômeno estudado, que suscitam as emergências do texto. Desta forma, são produzidas categorias que possuem respaldo em argumentações perante os referenciais teóricos que fundamentam o fenômeno. “Uma vez que as categorias estejam definidas e expressas descritivamente a partir dos elementos que as constituem, inicia-se um processo de explicitação de relações entre elas no sentido da construção da estrutura de um metatextos”. (MORAES; GALIAZZI, 2016, p.51).

Com isto, ocorre a *captação do novo emergente*, terceira e última etapa do primeiro processo da ATD, que consiste em uma compreensão renovada do todo - a produção de um metatexto. Por metatexto os autores, Moraes e Galiazzi (2016), apontam como sendo um produto oriundo do movimento de explicitar a compreensão, ao longo das etapas anteriores. Ou seja, o metatexto é o que emergiu que permitiu chegar à consolidação das categorias e quais relações são observadas entre elas, uma vez que fazem parte de um todo – o texto de origem.

Ao concluir o primeiro processo, o segundo é possível ser realizado mediante *um processo auto organizado*, onde emergem os resultados finais, originais a partir da criatividade do pesquisador, sendo estes imprevisíveis por quaisquer outro. Essa etapa do último processo se assemelha muito com a própria narrativa histórica mencionada anteriormente. Relembrando, as narrativas históricas são estratégias peculiares de estudo da Biologia, incluindo para a produção do conhecimento biológico, considerando o viés evolutivo. Nesse ponto, ao comparar esta última etapa com a evolução tem seu sentido, pois se tentássemos prever a evolução, seu resultado seria muito divergente dependendo do ponto de partida ou da sequência de eventos impostas pelo pesquisador. Então, como não situar a ATD neste círculo de análise que envolve o fenômeno da vida, que é inerente de processos evolutivos, cujas compreensões deste

fenômeno são imprevisíveis tais como a evolução? Por isto, mediante razões aqui expostas, as unidades, categorizações e metatextos assim como os caminhos que emergiram para a compreensão do fenômeno em análise serão discutidos nos capítulos 4 e 5 que se referem aos discursos obtidos dos sujeitos participantes desta pesquisa, graduandos e professores do curso de Ciências Biológicas da UEM.



## **CAPÍTULO 3: A organização do Curso de Ciências Biológicas**

Neste capítulo descrevemos a análise documental interpretativa, realizada sobre o Projeto Pedagógico de Ciências Biológicas (PPCB), juntamente de programas de disciplinas, obtidos no site da Diretora de Assuntos Acadêmicos (DAA) da instituição pesquisada. Nesta análise são destacados aspectos importantes para a compreensão da problemática desta tese, se o curso tem mobilizado conceitos para a formação de professores pesquisadores capacitados a explicar o que é vida.

Em nossas análises, consideramos importante o conhecimento do histórico da estruturação do curso de Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Maringá, campus sede, e da organização dos currículos tanto para a habilitação de licenciatura quanto de bacharelado, uma vez que as componentes curriculares são de domínios comuns para ambas modalidades.

Vale destacar que esta análise documental objetivou atender um dos objetivos da tese, o de analisar o fenômeno vida perante as ementas e programas de componentes curriculares do referido curso para a formação de conceitos e definições sobre vida.

Como se trata de documentos oficiais da instituição, os quais são compostos por diversas seções, a análise buscou responder a seguinte questão: Como a vida tem sido trabalhada nas disciplinas? Suas abordagens no curso têm possibilitado compreensões holísticas e integradas acerca do fenômeno vital? As respostas para estas questões – sendo a primeira de ordem exploratória com o objetivo de verificar abordagem direta ou indireta da vida, e a segunda epistemológica, para identificar a corrente de pensamento imbuída – estão descritas nas seções que compõem este capítulo.

### **3.1 O Projeto Pedagógico Ciências Biológicas**

O Projeto Pedagógico Ciências Biológicas (PPCB) do curso presencial descreve o currículo para as habilitações de Licenciatura e/ou Bacharelado, isto é, orienta tanto a formação de professores como a de biólogos e/ou pesquisadores.

Nesse estudo de caso foi realizada a análise documental do PPCB, com o intuito de investigar a abordagem do fenômeno vital nas ementas das disciplinas curriculares. Buscamos responder as indagações descritas anteriormente por meio de questões de análise, como: A vida é abordada de forma explícita ou implícita? Será que a epistemologia vigente no pano de fundo da organização do currículo concebe a formação holística e integrada sobre o conceito de vida?

Por meio destas, buscamos no documento os subsídios ofertados pelas disciplinas que explicam o fenômeno vital, identificados mediante a descrição dos objetivos da disciplina. Além disso, ao nos respaldarmos nestas questões também mensuramos os paradigmas e as perspectivas para o curso para a formação inicial de professores pesquisadores de ciências e Biologia. Destacamos que esta estratégia foi importante para esta pesquisa qualitativa, uma vez que “o documento escrito constitui uma fonte extremamente preciosa para todo pesquisador” (CELLARD, 2008, p. 295), nos fornecendo dados que permitiram fundamentar as reflexões da análise.

Como ambos PPCB, o documento físico e online, tratam do mesmo curso, expomos aqui a análise de uma sobreposição destes documentos, ou seja, apresentamos os aspectos relevantes que constam na versão física (Rg. 3192/2005), por ser a mais completa, em conjunto com a versão disponibilizada no site (No. 044/2010), por ser mais resumida.

O documento físico descreve as reformulações do PPCB propostas no ano de 2004, porém seu número de registro 3192/2005-PRO indica que foi destinado à Pro-Reitoria de Ensino da UEM no dia 10 de outubro de 2005. O curso, anteriormente a esta proposta de reforma, ofertava as habilitações de bacharelado e licenciatura em períodos matutino e noturno respectivamente, não existindo ainda o curso integral e a opção de licenciatura em período diurno. O curso integral passou a ser implementado a partir do ano de 2006, através desta grande reestruturação do PPCB de 2004.

A justificativa que consta no documento para esta grande reformulação é de que o projeto é algo dinâmico, que deve atender e se relacionar com a realidade da universidade, da tecnologia e das mudanças políticas e sociais, uma vez que desde 1988 não eram feitas alterações no projeto. Por isto, o curso necessitava se atualizar, principalmente, de acordo com as novas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas e com as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996; 2001; 2002a; 2002b).

Os projetos anteriores a 2004, como este de 1988, não estão mais disponíveis na universidade, porém, o atual nos permite compreender a trajetória da constituição do Curso de Ciências Biológicas na UEM.

Segundo o PPCB, o curso Ciências Biológicas foi criado para ofertar a habilitação de Licenciatura em 1973 no campus sede, enquanto a habilitação em Bacharelado foi implementada apenas no 2º semestre de 1988, pela resolução n. 028/1988 do COU. Porém, o reconhecimento do curso em si pelo MEC se deu em 11/05/1976 pelo decreto n.77.584, quando ainda não formava bacharéis. Desta forma, podemos concluir que a criação do curso teve a intenção de formar professores para a educação básica e/ou superior.

É válido ressaltar que nesse momento histórico o contexto político contribuiu tanto para aspectos positivos quanto negativos para o campo formação de professores. Afinal, foi o período da retomada do poder militar que deu início a um grande movimento negativo de repressão aos opositores. Nesse momento as universidades foram alvos de invasões de militares que repreendiam profissionais da educação acusados de serem organizadores de movimentos estudantis contrários ao governo. Muitos estudantes, professores e adeptos à comunidade universitária foram presos e injuriados nessa circunstância, além de terem suas pesquisas e disciplinas canceladas sob ordens do governo autoritário. Segundo Pilleti (1997, p. 201):

Os avanços populares na área da educação, também foram contidos. Inúmeras escolas foram invadidas pela polícia, muitos professores e estudantes foram presos e exilados e todas as escolas passaram a ser observadas por agentes dos órgãos de informação do governo, sob o controle do Serviço Nacional de Informações (SNI).

Todavia, também houve marcos positivos de mudança no cenário da educação nesse período como a significativa expansão da universidade brasileira. A UEM, por exemplo, se enquadra como sendo uma das instituições criadas nesse momento, ao ser fundada em 1969. Assim, contribuiu positivamente com a criação de novos cursos, como o de Ciências Biológicas para a promoção da formação de profissionais da educação, atendendo a Lei 5.692 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, formulada em 1971.

Porém, como já mencionado anteriormente, não está mais disponível os projetos pedagógicos do curso do ano de sua criação até a sua última versão anterior à reformulação de 2004. A perda destes documentos representa para esta pesquisa uma lacuna evidente, no que se refere a compreensão histórica mais concreta do curso de Ciências Biológicas. Mas, para buscar compreender os movimentos internos da instituição, ao que as análises do documento físico nos indicam, a organização do curso voltava-se mais para o domínio do conhecimento biológico, sem a necessária articulação com os saberes docentes por meio de disciplinas didático-pedagógicas, uma vez que se observou uma desproporcionalidade<sup>23</sup> no currículo no que tange disciplinas de caráter específico em relação as de caráter pedagógico.

Com a necessária reformulação, justificada anteriormente, o curso de Ciências Biológicas passa a ter o respaldo das resoluções do CNE/CP n1 de 18/02/2002, na qual institui Diretrizes Curriculares para a formação de professores da Educação Básica, em nível superior,

---

<sup>23</sup> Na habilitação de Licenciatura da reformulação de 2004, por exemplo, são 25 disciplinas específicas da Biologia e 7 disciplinas didático-pedagógicas. Além disto, estas disciplinas foram distribuídas na grade curricular de modo que proporcione a prática docente somente nos anos finais do curso, constituindo o modelo criticado na literature de 3 + 1 (PIMENTA et al, 2005). Isto é, o conhecimento é posto distante e desarticulado da prática, reforçando a racionalidade técnica (SCHÖN, 2000; SACRISTÁN, 1998; CANDAU, 1999).

em curso de licenciatura de graduação plena. Também se pauta na resolução CNE/CES n.7 de 11/03/2002 que estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas.

Desta forma, o curso de Ciências Biológicas passa a buscar oferecer uma formação inicial por meio de uma

educação contextualizada e efetiva, de modo sistemático e sustentável, nas instituições educativas, por meio de processos pedagógicos entre os profissionais e estudantes articulados nas áreas de conhecimento específico e/ou interdisciplinar e pedagógico, nas políticas, na gestão, nos fundamentos e nas teorias sociais e pedagógicas para a formação ampla e cidadã e para o aprendizado nos diferentes níveis, etapas e modalidades de educação básica. (CNE, 2015).

De acordo com as resoluções das diretrizes curriculares nacionais para os cursos de licenciatura, a formação inicial deve ser articulada, tanto no domínio da teoria quanto no da prática, para os profissionais que atuarão na educação básica e/ou no ensino superior, por meio de “uma sólida base teórica e interdisciplinar que reflita a especificidade da formação docente, assegurando organicidade ao trabalho das diferentes unidades que concorrem para essa formação” (CNE, 2015). Todavia, o que se observou foi a adaptação de um currículo comum para ambas as habilitações Bacharelado/Licenciatura, somente com a inserção de disciplinas didático pedagógicas na Licenciatura e as de campo no Bacharelado. Ou seja, o movimento recorrente naquele momento era do fortalecimento de uma racionalidade técnica (SCHÖN, 2000; SACRISTÁN, 1998; CANDAU, 1999), organizando mais de 70% das disciplinas em conhecimentos biológicos específicos, restando apenas uma minoria para o desenvolvimento de saberes docentes e pouco articulados com as demais disciplinas (FIGURAS 7, 8 e 9).

Figura 7 Disciplinas da habilitação Bacharelado da reformulação do PPCB de 2004

COMPONENTES CURRICULARES (DISCIPLINAS DE CONTEÚDO BÁSICO)		Formulário Nº 10-B
DISCIPLINAS ESPECÍFICAS POR HABILITAÇÃO		
Habilitação Bacharelado		CARGA HORÁRIA
Biologia Celular		102
Genética Geral e Humana		136
Evolução		68
Bioquímica		136
Zoologia de Invertebrados I		102
Zoologia de Invertebrados II		102
Zoologia de Cordados		136
Sistemática de Vegetais e de Fungos		136
Fisiologia Vegetal		102
Morfologia e Anatomia Vegetal		136
Embriologia e Histologia		136
Fundamentos de Anatomia Humana		102
Biofísica e Fisiologia Animal I		102
Biofísica e Fisiologia Animal II		102
Ecologia Geral		102
Ecologia de Populações e Comunidade		68
Química Geral e Orgânica		102
Física Aplicada à Biologia		68
Geologia Ambiental		68
Paleontologia		68
História e Epistemologia das Ciências: Bases Teóricas e Metodológicas para a Pesquisa		68
Microbiologia		68
Estatística Aplicada à Biologia		68
Matemática		68
Biologia Sanitária		68

(fonte: fotocópia do processo n. 3192/2005-PRO Vol.: 1)

Figura 8 Disciplinas da habilitação Licenciatura da reformulação do PPCB de 2004

<b>Habilitação Licenciatura</b>	
Biologia Celular	
Genética Geral e Humana	102
Evolução	136
Bioquímica	68
Zoologia de Invertebrados I	136
Zoologia de Invertebrados II	102
Zoologia de Cordados	102
Sistemática de Vegetais e de Fungos	136
Fisiologia Vegetal	136
Morfologia e Anatomia Vegetal	102
Embriologia e Histologia	136
Fundamentos de Anatomia Humana	136
Biofísica e Fisiologia Animal I	102
Biofísica e Fisiologia Animal II	102
Ecologia Geral	102
Ecologia de Populações e Comunidade	102
Química Geral e Orgânica	68
Física Aplicada à Biologia	102
Geologia Ambiental	68
Paleontologia	68
História e Epistemologia das Ciências: Bases Teóricas e Metodológicas para a Pesquisa	68
Microbiologia	68
Estatística Aplicada à Biologia	68
Matemática	68
Biologia Sanitária	68

(fonte: fotocópia do processo n. 3192/2005-PRO Vol.: 1)

Figura 9 Disciplinas específicas das habilitações do Curso de Ciências Biológicas da reformulação do PPCB de 2004

<b>COMPONENTES CURRICULARES (DISCIPLINAS DE CONTEÚDO ESPECÍFICO)</b>	<b>Formulário Nº 10-C</b>
<b>Habilitação Bacharelado</b>	
Experimentação em Biologia	
Biologia Molecular	68
Tópicos Especiais em Botânica	102
Trabalho de Conclusão de Curso	68
Disciplina Optativa (Formulário 10-E)	272
	136
<b>Habilitação Licenciatura</b>	
Psicologia da Educação A	
Políticas Públicas e Gestão Educacional	68
Instrumentação para o Ensino de Ciências	68
Instrumentação para o Ensino de Biologia	68
Estágio Supervisionado I	68
Estágio Supervisionado II	204
Didática para o Ensino de Ciências e Biologia	204
	68

(fonte: fotocópia do processo n. 3192/2005-PRO Vol.: 1)

Ao analisar as componentes curriculares nas imagens anteriores (fig. 7, 8 e 9), podemos constatar que as habilitações não apresentam diferenças significativas no que diz respeito ao conhecimento biológico. Em uma contabilização de cargas horárias e componentes curriculares, percebemos similaridade entre as habilitações na importância de 76%. Ou seja, tanto os graduandos da licenciatura quanto os do bacharelado devem ter subsídios para compreender, explicar e até mesmo conceituar o fenômeno vida – objeto de estudo do curso – após sua trajetória formativa.

Então, após o conhecimento e a análise desta convergência no documento físico, orientamos nossa análise na extensão dos processos do PPCB para evidenciar as mudanças significativas do projeto, no que tange a criação e/ou extinção de disciplinas que trabalham conhecimentos biológicos. Relembramos que nesta análise não objetivamos interpretar as alterações de carga horária, de alocação de departamento e/ou de alterações de nome de disciplinas, uma vez que nosso foco da análise é o conhecimento biológico ofertado nas disciplinas para permitir uma formação de conceitos e definições acerca do fenômeno vida.

Vale ressaltar que após a submissão da grande reformulação do curso em 2004, novas e distintas reformas foram se somando ao PPCB da versão física, as quais não são disponibilizadas na versão online. Por isso nos respaldamos no documento físico e ao seguirmos nossa análise perante essas alterações, uma das pequenas reformulações do PPCB que nos chamou a atenção foi a criação da componente curricular Organização dos Seres vivos no ano de 2009. Esta componente passou a ser implementada no curso no ano de 2011 e ela é relevante para esta análise, uma vez que em sua ementa descreve a abordagem de conteúdos referentes à classificação e à evolução dos seres vivos, mobilizando conhecimentos de outras disciplinas acerca do fenômeno vida. Porém, atualmente tramita na pró-reitoria de ensino da UEM um processo para a extinção desta componente, para que seus tópicos sejam inseridos em outra, a de Biologia e diversidade de Protozoários e Algas (junção de ficologia<sup>24</sup>, protozoários heterotróficos, e organização dos seres vivos). Mas, como ainda está em trâmite, os graduandos investigados nesta tese cursaram esta disciplina em sua trajetória formativa. Logo, esta componente é pertinente às nossas análises.

No documento do PPCB disponibilizado pelo site constam seis seções que compilam todas as reformulações desde o ano 2004 para a implantação do currículo vigente. Ou seja, a versão online é a que resume o currículo atual, pelo qual os graduandos investigados cursaram e os dois professores pesquisadores entrevistados na tese lecionaram.

---

<sup>24</sup> Ficologia é a área de estudo da Biologia dedicada as algas, seres do Reino Protista.

A primeira seção do PPCB online refere-se ao Turno, Grau Acadêmico e Habilitações; a segunda sobre o Objetivo e o Perfil do Profissional a ser formado; a terceira diz respeito ao Histórico do curso; a quarta descreve sobre a Especificidade do curso e o Campo de Atuação; a quinta mostra a Seriação dos turnos; e, por fim, a sexta descreve as ementas e objetivos das disciplinas.

A segunda seção do documento nos chamou a atenção por descrever que o curso “tem como objetivo formar biólogos (licenciados ou bacharéis), através de um currículo abrangente e integrado, com visão generalista de todos os níveis de organização biológica. (PPCB/UEM, p.1)”. Ainda sobre a finalidade do curso, o currículo mostra a intencionalidade de (ibidem):

“(…) formar profissionais que se dediquem ao ensino e/ou à pesquisa nessa área de conhecimento, bem como formar profissionais capacitados a tratar dos problemas ambientais de maneira integrada, devendo sua atuação na preservação e no monitoramento dos ecossistemas assumir um caráter essencialmente holístico.”.

Nessa descrição o documento revela a intenção de ofertar um curso que se respalda na concepção holística, inerente dos desdobramentos epistemológicos da Biologia (MAYR, 2008). Todavia, para inferir se de fato ocorre essa formação integrada, analisamos a seriação das disciplinas do curso nas páginas 2 e 3 do PPCB.

Nessa parte do documento verificamos que o turno noturno altera em cinco disciplinas em comparação com o turno integral. No curso integral são ofertadas 50 disciplinas, enquanto no noturno 45, pois neste não estão presentes as disciplinas de: Métodos quantitativos e Experimentais em Biologia (ofertada no 2ºano/integral); Entomologia Aplicada (ofertada no 3ºAno/integral); Legislação Ambiental (ofertada no 4ºAno/integral); Manejo e Conservação de Recursos Naturais (ofertada no 4ºAno/integral); e Estágio Curricular supervisionado (ofertada no 4ºAno/integral). A ausência destas disciplinas no curso de Licenciatura Noturno se deve ao fato delas serem específicas para a habilitação Bacharelado. Todavia, verificamos um alto nível de compatibilidade na formação de professores pesquisadores das Ciências Biológicas integral e noturno, não sendo significativa a ausência destas disciplinas para a formação de concepções sobre a vida, uma vez que em suas respectivas ementas não suscitam o estudo do fenômeno vital diretamente e, ocorrendo apenas implicitamente na disciplina de Manejo e Conservação de Recursos Naturais.



### 3.2 Quais componentes curriculares do curso tem potencial para se discutir a vida?

Ao pensarmos nesta questão que abre esta seção deste capítulo, percebemos uma necessidade de sistematizar nossas análises das componentes curriculares. Primeiramente, consideramos relevante fazer uma análise seriada, ou seja, seguindo em ordem cronológica de formação do primeiro ao último ano do curso. Esta opção se deve ao fato de que investigamos graduandos do último ano do curso (4º ano integral/5º ano noturno) e, por isso, faz-se necessário conhecer o rol de componentes de caráter biológico sustentam os discursos desses sujeitos.

Outra opção que realizamos foi a de selecionar somente as componentes que são convergentes para ambos os turnos integral e noturno, como forma de lastrear o conhecimento biológico mínimo que estes sujeitos possuem acerca do fenômeno da vida.

A partir destes critérios, descrevemos nossas análises por meio de ementas, apresentadas nesta seção, e de componentes curriculares, descritas na seção seguinte.

No primeiro ano dos cursos Integral e Noturno (Fig. 10 e 11), verificamos uma compatibilidade de componentes curriculares de conteúdo biológico de 71% entre as habilitações, sendo essas componentes comuns: Introdução às Ciências Biológicas; Biologia Celular; Organização dos Seres Vivos; Ficologia; e Protozoários Heterotróficos.

Figura 10 Seriação das disciplinas do primeiro ano (integral).

Série	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR INTEGRAL
1ª	DBI	Introdução às Ciências Biológicas
	DQI	Química Geral
	DQI	Química Orgânica
	DBC	Biologia Celular
	DCM	Fundamentos de Anatomia Humana
	DMA	Matemática Aplicada às C. Biológicas
	DGE	Geologia Ambiental
	DBI	Organização dos Seres Vivos
	DBI	Ficologia
	DBI	Protozoários Heterotróficos
	DFI	Física Aplicada à Biologia
	DFE	Epistemologia e História das Ciências
	DBI	Zoologia de Invertebrados I
	DTP	Psicologia da Educação*
	DTP	Políticas Públicas e Gestão Educacional*
	DES	Estatística Aplicada à Biologia

(fonte: fotocópia do processo n. 3192/2005-PRO Vol.: 1)

Figura 11 Seriação das disciplinas do primeiro ano (noturno).

Série	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR NOTURNO
1 <sup>a</sup>	DBI	Introdução às Ciências Biológicas
	DQI	Química Geral
	DQI	Química Orgânica
	DBC	Biologia Celular
	DMA	Matemática Aplicada às C. Biológicas
	DGE	Geologia Ambiental
	DBI	Organização dos Seres Vivos
	DBI	Ficologia
	DBI	Protozoários Heterotróficos
	DFE	Epistemologia e História das Ciências
	DTP	Psicologia da Educação*
	DTP	Políticas Públicas e Gestão Educacional*

(fonte: fotocópia do processo n. 3192/2005-PRO Vol.: 1)

Ao analisarmos a componente Introdução às Ciências Biológicas (fig. 12), esperávamos encontrar na sua ementa tópicos referentes ao objeto de estudo da Biologia. Todavia, o que evidenciamos que nessa disciplina é trabalhado o “Histórico do curso de Ciências Biológicas, Licenciatura e Bacharelado, campos de atuação do profissional biólogo, bioética, biossegurança. (Res. 044/10-CI/CCB)” (PPCB, p. 8). Sendo assim, a componente trabalha questões profissionais e não se dedica a caracterizar o fenômeno vida.

Figura 12 Ementa da componente Introdução às Ciências Biológicas.

<p><b>INTRODUÇÃO ÀS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS</b></p> <p><b>Ementa:</b> Histórico do curso de Ciências Biológicas, Licenciatura e Bacharelado, campos de atuação do profissional biólogo, bioética, biossegurança. (Res. 044/10-CI/CCB)</p> <p><b>Objetivos:</b> Subsidiar o aluno nas escolhas dos percursos possíveis do curso, de acordo com suas aptidões e áreas de atuação do biólogo. Discutir temas como: bioética, biossegurança e a relação do biólogo com pesquisa e ensino. (Res. 044/10-CI/CCB)</p>
--

Fonte: PPCB

Outra disciplina que nos chamou atenção por ser trabalhada em ambos os turnos foi a de Organização dos Seres Vivos (fig. 13).

Figura 13 Ementa da componente Organização dos Seres Vivos.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO**  
**DIRETORIA DE ASSUNTOS ACADÊMICOS**

Visto do Funcionário/Matrícula

PROGRAMA DE DISCIPLINA - ANO LETIVO 2011

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

DISCIPLINA: 6844 ORGANIZAÇÃO DOS SERES VIVOS

CARGA HORÁRIA: 17

**\*\*\*EMENTA**

A POSSÍVEL HISTÓRIA DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA NO PLANETA TERRA, À LUZ DOS CONHECIMENTOS RECENTES, RESPONSÁVEL PELOS PADRÕES ATUAIS DE ORGANIZAÇÃO DOS SERES VIVOS.

APROVADA PELA RESOLUÇÃO NÚMERO 044/2010-CI/CCH.

**\*\*\*OBJETIVO**

APRESENTAR UMA SÍNTESE DOS CONHECIMENTOS SOBRE A ORIGEM E EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS NA TERRA, SUA DISTRIBUIÇÃO E INTERAÇÕES. DISCUTIR OS IMPACTOS DAS AÇÕES HUMANAS SOBRE A DIVERSIDADE BIOLÓGICA.

**\*\*\*PROGRAMA**

1. SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA.
2. TEMPO GEOLÓGICO E A HISTÓRIA DA VIDA.
3. INTERAÇÕES ENTRE ORGANISMOS: ECOLOGIA.

APROVADO PELO DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA EM. 03/03/2011.

Fonte: DAA/UEM.

Em sua ementa está descrito como o fenômeno vida será estudado perante sua diversidade e organização. Desta forma, podemos inferir que esta disciplina é importante para estimular a formação de um pensamento articulado e integrado de conhecimentos biológicos para explicar a origem da vida e o seu aumento de complexidade ao longo do processo evolutivo.

Além dessas, a disciplina de Biologia Celular (fig. 14) nos levou a investigar se nos tópicos havia menção do objeto de estudo da Biologia.

Figura 14 Ementa da componente Biologia Celular.

**BIOLOGIA CELULAR**

**Ementa:** Bases estruturais, moleculares e fisiológicas das células e sua abordagem no processo ensino-aprendizagem. (Res. 179/05-CEP)

**Objetivos:** Compreender a célula em seus aspectos moleculares, estruturais e funcionais em procarionotos e eucarionotos para o entendimento desta como unidade geradora das respostas biológicas do organismo. Fornecer aos alunos instrumentos metodológicos, teórico e prático, para o ensino de Biologia Celular. (Res. 044/10-CI/CCB)

Fonte: PPCB.

Sua descrição na ementa relata que o objetivo da disciplina é possibilitar compreender a célula em organismos procarionotos e eucarionotos para o entendimento desta como unidade

geradora das respostas biológicas. O conteúdo programático nos permite inferir que a componente promove a formação de conhecimentos que delimita as fronteiras da vida, bem como suas rotas metabólicas para sua organização microscópica que se estende à macroscópica em seres multicelulares. Embora na Biologia Celular o fenômeno vida em si não seja explorado de forma direta, consideramos sua abordagem indireta importante para a formação inicial dos sujeitos.

As componentes voltadas para os estudos das algas, Ficologia e a de Protozoários Heterotróficos (fig. 15), merecem dedicação à análise, pois são citadas no processo de reformulação do curso para aderirem no novo currículo os tópicos referentes a componente Organização dos Seres Vivos, já descrita. Logo, ambas componentes são relevantes para a assimilação de conteúdos biológicos que subsidiam explicações acerca da vida.

Figura 15 Ementas das componentes Ficologia e Protozoários Heterotróficos.

<p><b>FICOLOGIA</b> <b>Ementa:</b> Caracterização, classificação, biologia e importância econômica e ecológica das algas. Processos e técnicas de identificação. (Res. 044/10-CI/CCB) <b>Objetivos:</b> Proporcionar ao acadêmico, por meio de atividades teórico-práticas, conhecimento sobre: as características morfológicas e reprodutivas apresentadas pelos diferentes grupos algais; a classificação das algas em diferentes categorias taxonômicas; a identificação dessas algas em nível de classe, ordem e famílias; as técnicas de herborização dos diferentes grupos de algas; a importância ecológica e econômica dos diferentes grupos de algas. (Res. 044/10-CI/CCB)</p> <p><b>PROTOZOÁRIOS HETEROTRÓFICOS</b> <b>Ementa:</b> Morfo-fisiologia, sistemática, importância e ecologia dos protistas heterotróficos. (Res. 044/10-CI/CCB) <b>Objetivos:</b> Proporcionar ao acadêmico, por meio de atividades teórico-práticas, subsídios para a compreensão dos aspectos taxonômicos, morfológicos, fisiológicos, reprodutivos, processos adaptativos, parasitológicos e ecológicos dos protozoários heterotróficos. (Res. 044/10-CI/CCB)</p>
--

Fonte: PPCB

Desta forma, ao analisarmos ambas componentes percebemos que trabalham conceitos que suscitam o fenômeno vida de modo implícito, pois tratam da classificação destes seres vivos, além de suas respectivas importâncias para os ecossistemas. Com isto, essas componentes podem assumir maior grau de interdisciplinaridade e integração de conhecimentos biológicos, uma vez que estudam seres do mesmo Reino, o Protista.

De modo geral, as disciplinas ofertadas no primeiro ano não destacam em sua ementa ou em seus objetivos o fenômeno da vida como parte do objeto de estudo. Apenas mencionam aspectos que podem ser relacionados aos processos da vida, como os mecanismos reprodutivos das algas (Ficologia) ou do metabolismo de Protozoários Heterotróficos. Isto revela que, logo no primeiro ano o licenciando ou bacharel inicia o curso sem conhecer diretamente o objeto de estudo da Biologia, realizando seu estudo de forma indireta.

No segundo ano a convergência de componentes de conteúdo biológico já é reduzida em comparação entre os turnos integral e noturno, uma vez que há compatibilidade de apenas 37,5% (fig. 16).

Figura 16 Seriação das disciplinas do segundo ano (integral/noturno)

Série	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR INTEGRAL
2ª	DBQ	Bioquímica
	DCM	Embriologia e Histologia
	DBI	Zoologia de Invertebrados II
	DBI	Morfologia e Anatomia Vegetal
	DBC	Genética Geral e Humana
	DBS	Imunologia
	DTP	Didática para o Ensino de C. e de Biologia*
	DBI/DBC	Métodos Quantit. E Exper. em Biologia**
	DBS	Microbiologia
	DBS	Parasitologia e Saúde Pública
	DBI	Micologia

Série	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR NOTURNO
2ª	DBI	Zoologia de Invertebrados I
	DFI	Física Aplicada à Biologia
	DCM	Fundamentos de Anatomia Humana
	DES	Estatística Aplicada à Biologia
	DBQ	Bioquímica
	DCM	Embriologia e Histologia
	DBS	Imunologia
	DTP	Didática para o Ensino de C. e Biologia*

. Fonte: PPCB.

Todavia, isto não quer dizer que no turno noturno há menos componentes de caráter biológico do que o turno integral, pois outras componentes de caráter biológico que também são ofertadas no segundo ano são correspondentes às componentes presentes no primeiro ano do turno integral. Ou seja, para o caso da Zoologia de Invertebrados I do curso noturno que só ocorre a partir do segundo ano, no curso integral ela já é ministrada no primeiro ano. Mas, não resta dúvida que a carga horária curricular do curso noturno é menor em comparação com a carga horária curricular do curso integral. Por isto que o curso noturno possui cinco anos de duração enquanto o integral apenas 4 – ocorre um volume maior de componentes curriculares por ano no integral em relação o noturno.

Ao nos pautarmos na análise de disciplinas convergentes entre os turnos do segundo ano, a disciplina de Embriologia e Histologia (Fig. 17) nos despertou a atenção para a sua ementa, uma vez que estuda a origem e desenvolvimento da vida a partir da concepção.

Figura 17 Ementa componente Embriologia e Histologia.

**EMBRIOLOGIA E HISTOLOGIA**

**Ementa:** Embriologia animal comparada nos primeiros estágios do desenvolvimento e estudos dos tecidos animais. (Res. 179/05-CEP)

**Objetivos:** Diferenciar o desenvolvimento embrionário nas diferentes classes de animais. Identificar os diversos tipos de tecidos que compõem o organismo animal. (Res. 179/05-CEP)

Fonte: PPCB

Entretanto, verificamos em sua descrição que seu objetivo é trabalhar conteúdos particulares ao desenvolvimento embrionário de animais, para compreender e estudar a formação de seus respectivos tecidos. Nesta componente os alunos desenvolvem percepções que diferenciam a embriogênese nas diferentes classes de animais. Além disso, também identificam as características e funcionalidades dos diversos tipos de tecidos que compõem o organismo animal. Ou seja, nesta componente curricular o fenômeno vida não é diretamente mencionado, algo que poderia ser discutido em um momento histórico em que diversos debates sociais, referentes à legalização do aborto, estavam sendo realizados com a seguinte questão: “quando a vida começa?”. Esta disciplina, ao formar professores e biólogos, deve ser palco para munir os graduandos de compreensões de processos e de conceitos que envolvem o fenômeno vida. Mas, o que se observa na sua ementa é a disposição fragmentada de tópicos curriculares que pouco se articulam com as demais componentes curriculares ou com o objeto geral de estudo da Biologia.

Outra componente convergente do segundo ano para ambos os turnos, selecionada nesta análise, é a de Bioquímica (fig. 18), cuja é ministrada por um dos professores entrevistados no mestrado e que aceitou e participou novamente nesta pesquisa de doutorado.

Figura 18 Ementa da componente Bioquímica.

**BIOQUÍMICA**

**Ementa:** Estudo dos compostos moleculares que compõem as células, das vias metabólicas e da bioquímica da informação gênica. (Res. 044/10-CI/CCB)

**Objetivos:** Propiciar o entendimento dos contextos físico, químico e biológico em que cada biomolécula, reação ou via opera na célula, com ênfase aos aspectos relacionados à termodinâmica, regulação e relações entre a estrutura e a função. (Res. 044/10-CI/CCB)

Fonte: PPCB.

Por meio da descrição da ementa podemos inferir que os estudos bioquímicos são abrangentes e podem possibilitar o trabalho articulado de processos inerentes à vida e que se

correlacionam com as componentes curriculares de Biologia Celular, Biologia Molecular, Microbiologia e Imunologia, uma vez que estas trabalham com a célula e seus processos metabólicos, caracterizando a unidade fundamental do organismo vivo. Além disso, podemos ressaltar que neste espaço o fenômeno da vida pode ser estudado de forma implícita, uma vez que essa via metabólica é exclusiva dentro de sistemas vivos, tal como Maturana e Varela (1998) explicam em sua máquina autopoietica para conceituar o fenômeno vida.

Diante desta premissa, esperávamos ao analisar a ementa da componente Imunologia (fig. 19) indícios de um estabelecimento de relação e integração com os conhecimentos da Bioquímica.

Figura 19 Ementa da componente Imunologia.

<p><b>IMUNOLOGIA</b></p> <p><b>Ementa:</b> Estudo do sistema imunitário humano envolvendo as interações celulares e humorais no mecanismo de defesa e regulação da resposta imune. Técnicas básicas de imunologia. (Res. 044/10-CI/CCB)</p> <p><b>Objetivos:</b> Apresentar os fundamentos básicos de imunologia que permitam ao aluno compreender os mecanismos de defesa do hospedeiro frente às substâncias estranhas. Compreender as interações celulares e humorais envolvidas no mecanismo de defesa e regulação da resposta imune. Compreender o envolvimento do sistema imune em situações patológicas. Capacitar o aluno para executar e interpretar as técnicas básicas empregadas na imunologia. (Res. 044/10-CI/CCB)</p>
--

Fonte: PPCB.

Porém, a componente cita de modo indireto as vias metabólicas do sistema imune quando em contato com agentes estranhos e nocivos ao organismo, mas não coloca em foco a articulação entre fenômeno vida – bioquímica – resposta imune. Afinal, a forma que os organismos respondem aos agentes estranhos é uma característica inerente da vida de se comunicar, tal como a biossemiótica ou a autopoiese cognitiva concebem.

Com isto, evidenciamos que as componentes de conteúdos biológicos convergentes do segundo ano trabalham seus conteúdos de forma desarticulada e fragmentada, não destacando ou se relacionando diretamente com o fenômeno da vida nos estudos.

No terceiro ano do curso integral e noturno, figura 20, ocorre um fenômeno peculiar: não há disciplinas convergentes neste momento da formação. Todavia, isto não significa que ao longo do curso os conteúdos vão se distanciando ou se diferenciando. O que ocorre é que boa parte das disciplinas do turno noturno já foram ofertadas em anos anteriores para quem cursa o integral. Ao mensurarmos através de conteúdos biológicos, enquanto o turno integral disponibiliza 9 componentes voltadas para as áreas de zoologia, botânica, Biologia molecular e biofísica, o turno noturno oferta 6 componentes para as mesmas áreas. Sendo assim, para esta etapa de formação do curso selecionamos as seguintes componentes para análise: Evolução, Genética Geral e Humana, Fisiologia Vegetal (I e II) e as de Zoologia. Justificamos esta seleção

por serem componentes que são ministradas por professores já entrevistados em pesquisa de mestrado e que foram convidados para a pesquisa de doutorado. Nossa intenção nesta seleção é de verificar se os discursos destes professores a priori convergem ou extrapolam os objetivos formativos.

Figura 20 Seriação das disciplinas do terceiro ano (integral/noturno)

Série	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR INTEGRAL
3 <sup>a</sup>	DBI	Zoologia de Cordados
	DBI	Entomologia Aplicada**
	DBI	Sistemática de Vegetais
	DBI	Estágio Superv.p/ a Docência em Ciências*
	DBC	Evolução
	DBI	Instrumentação e Met. do Ensino de Ciências*
	DBI	Fisiologia Vegetal I
	DBI	Fisiologia Vegetal II
	DBC	Biologia Molecular
	DFS	Biofísica e Fisiologia Animal I
	DFS	Biofísica e Fisiologia Animal II
3 <sup>a</sup>	DBI	Zoologia de Invertebrados II
	DBI	Morfologia e Anatomia Vegetal
	DBC	Genética Geral e Humana
	DBS	Microbiologia
	DBS	Parasitologia e Saúde Pública
	DBI	Micologia
	DBI	Estágio Sup. para a Docência em Ciências*
	DBI	Instrumentação e Met. do Ens. de Ciências*

Fonte: PPCB.

A disciplina de evolução do turno integral se destacou dentre as demais, pois podemos inferir que o fenômeno vida também é trabalhado de forma implícita, uma vez que o objetivo da disciplina é “Propiciar ao aluno condições para entender que a atual diversidade de seres vivos é o resultado da transformação de seres pré-existentes por meio de processos que atuaram no passado e continuam atuando no presente” (PPCB, p. 6; fig. 21).

Figura 21 Ementa da componente Evolução

<p><b>EVOLUÇÃO</b>  <b>Ementa:</b> Teorias e mecanismos de Evolução Orgânica, bem como a origem e transformação dos grandes grupos de organismos. (Res. 179/05-CEP)  <b>Objetivos:</b> Propiciar ao aluno condições para entender que a atual diversidade de seres vivos é o resultado da transformação de seres pré-existentes por meio de processos que atuaram no passado e continuam atuando no presente; levar o aluno a entender que os seres humanos também são produtos da evolução. (Res. 179/05-CEP)</p>
--

Fonte: PPCB.

Nesta componente podem ser abordados conteúdos que possibilitam o graduando construir conceitos por meio de propostas atuais como o sistema de evolução natural de



replicadores (DAWKINS, 1979), que define a vida como um “gene egoísta” que utiliza a célula ou o organismo como uma máquina de sobrevivência para transmitir as informações hereditárias aos seus sucessores.

Na sequência, a componente de Genética Geral e Humana (fig. 22) está inclinada mais para uma compreensão abrangente do material genético e suas implicações na população humana do que uma abordagem desta molécula informacional para a caracterização do objeto de estudo da Biologia. Afinal, se considerarmos que para o paradigma genético a vida é definida através do gene, como descrito por Dawkins (1979), esperávamos encontrar algo que pudesse fazer relação ao fenômeno vital na descrição da ementa.

Figura 22 Ementa da componente Genética Geral e Humana.

<p><b>GENÉTICA GERAL E HUMANA</b></p> <p><b>Ementa:</b> Natureza, localização, transmissão, função, alterações e manipulação do material genético e suas relações com o desenvolvimento humano normal e anômalo. (Res. 179/05-CEP)</p> <p><b>Objetivos:</b> Compreender a natureza, estrutura, fisiologia e modificações do material genético; interpretar e relacionar os mecanismos de herança e alterações genéticas com o desenvolvimento humano normal e anômalo e com o diagnóstico e o tratamento das anomalias genéticas humanas. (Res. 179/05-CEP)</p>
---

Fonte: PPCB.

Aproveitando a compatibilidade entre as componentes dos dois turnos, trazemos aqui para complementar esta análise de convergência a MicroBiologia (fig. 23), pois esta disciplina é lecionada por um dos professores que participaram da investigação de mestrado. Embora este professor pesquisador não tenha participado da pesquisa de doutorado, concebemos a importância de analisar sua componente para identificar elementos que podem subsidiar as explicações dos graduandos investigados e se os discursos deste professor pesquisador têm influenciado na formação inicial.

Figura 23 Ementa da componente MicroBiologia.

<p><b>MICROBIOLOGIA</b></p> <p><b>Ementa:</b> Caracterização dos principais grupos de bactérias, fungos e vírus, visando fornecer a base para o entendimento da relação destes entre si, com os outros seres vivos e o meio ambiente. Treinamento em técnicas básicas em Microbiologia e métodos de estudo dos micro-organismos. (Res. 044/10-CI/CCB)</p> <p><b>Objetivos:</b> Compreender as características dos principais grupos de bactérias, fungos e vírus de importância para o homem e o meio ambiente. Aprender, através de treinamento, as técnicas básicas empregadas no estudo dos micro-organismos. (Res. 044/10-CI/CCB)</p>
---

Fonte: PPCB.

Como esta componente trabalha diferentes organismos, principalmente os vírus, bactérias e fungos, podemos inferir subjetivamente que discussões acerca da fronteira da vida sejam contempladas neste espaço, uma vez que os vírus são seres limítrofes e ora são considerados vivos e ora não vivos devido as suas particularidades metabólicas e

organizacionais. Mas, por ser uma disciplina teórico-prática, da forma como está descrita na ementa não é possível afirmar com certeza de que tais debates possam ser promovidos, uma vez que esta pode se limitar apenas na questão de caracterização para que os graduandos possam identificar e reconhecer estes organismos em situações práticas. Entretanto, não resta dúvidas de que ao caracterizar estes seres conceitos e definições acerca do fenômeno vida são requeridos, mesmo que de modo implícito e indireto.

Outras disciplinas que abordam indiretamente o fenômeno da vida são a de Fisiologia Vegetal I e II, ofertadas no terceiro ano para o curso integral, e no quarto ano para o curso noturno (Fig. 24).

Figura 24 Ementas das componentes Fisiologia Vegetal I e II.

<p><b>FISIOLOGIA VEGETAL I</b></p> <p><b>Ementa:</b> Estudo da germinação e dormência de sementes, das relações hídricas, da nutrição mineral e da fixação metabolismo do nitrogênio. <i>(Res. 044/10-CI/CCB)</i></p> <p><b>Objetivos:</b> Propiciar o entendimento dos mecanismos físico-químicos, bioquímicos e fisiológicos associados à germinação e dormência de sementes, às relações hídricas, à nutrição mineral, à fixação e metabolismo do nitrogênio, bem como sua importância nas inter-relações entre a planta e o meio. <i>(Res. 044/10-CI/CCB)</i></p> <p><b>FISIOLOGIA VEGETAL II</b></p> <p><b>Ementa:</b> Estudo do metabolismo do carbono (fotossíntese, respiração e fotorrespiração), do transporte de substância orgânicas e do crescimento e desenvolvimento vegetal. Noções do metabolismo secundário. <i>(Res. 044/10-CI/CCB)</i></p> <p><b>Objetivos:</b> Propiciar o entendimento dos mecanismos físico-químicos, bioquímicos e fisiológicos do metabolismo do carbono, do transporte de substâncias orgânicas, do metabolismo secundário, do crescimento e do desenvolvimento vegetal, bem como a sua importância nas inter-relações entre a planta e o meio. <i>(Res. 044/10-CI/CCB)</i></p>
---

Fonte: PPCB.

Na descrição de seus objetivos percebemos, novamente, uma abrangência por meio de seus conteúdos e tópicos disciplinares, que pode resgatar estudos metabólicos e estabelecer relações com as demais formas de vida, ou, o próprio entendimento da maquinaria metabólica em si.

As disciplinas de Zoologia de Invertebrados I e II e a de Zoologia de Cordados (fig. 25) são comuns para ambos os turnos, embora ocorram em períodos distintos. Cabe aqui analisá-las por conta de termos entrevistado os professores pesquisadores que as lecionam durante a pesquisa de mestrado, além de também estas contemplarem uma importante carga horária na formação inicial dos graduandos entrevistados nesta pesquisa de doutorado. Logo, analisamos estas neste capítulo para nos permitir explorar perspectivas que essas disciplinas oferecem à formação inicial de professores e pesquisadores das Ciências Biológicas para compreender o fenômeno vida perante o Reino Animal.

Figura 25 Ementas das componentes de Zoologia.

<p><b>ZOOLOGIA DE INVERTEBRADOS I</b> <b>Ementa:</b> Aspectos morfo-fisiológicos, evolutivos, ecológicos e sistemáticos dos filos Porifera, Cnidaria, Ctenophora, Platyhelminthes, Nematoda, Nematomorpha, Rotifera, Gastrotricha, Acanthocephala e Annelida. (Res. 044/10-CI/CCB) <b>Objetivos:</b> Propiciar ao aluno melhor entendimento da Zoologia; fornecer informações básicas sobre a morfologia, biologia, ecologia, importância e relações filogenéticas entre os grupos de invertebrados. (Res. 044/10-CI/CCB)</p> <p><b>ZOOLOGIA DE INVERTEBRADOS II</b> <b>Ementa:</b> Características morfológicas e fisiológicas, taxonomia, biologia e ecologia de Mollusca, Arthropoda e Echinodermata. (Res. 044/10-CI/CCB) <b>Objetivos:</b> Propiciar ao aluno um melhor entendimento da Zoologia; fornecer subsídios para a preservação de espécies animais; caracterizar morfologicamente, fisiologicamente, taxonomicamente; e conhecer a biologia, ecologia e relações filogenéticas de Mollusca, Arthropoda e Echinodermata. (Res. 044/10-CI/CCB)</p> <p><b>ZOOLOGIA DE CORDADOS</b> <b>Ementa:</b> Morfofisiologia, sistemática e ecologia de Chordata. (Res. 044/10-CI/CCB) <b>Objetivos:</b> Caracterizar morfofisiologicamente e identificar os principais grupos de Chordata, bem como seus modos de vida e habitat. (Res. 044/10-CI/CCB)</p>
---

Fonte: PPCB.

Por meio das ementas é possível identificar uma linearidade nos estudos sobre o Reino Animal, ao passo que uma componente é a continuidade da outra, seguindo uma cronologia evolutiva desses seres. No entanto, por este documento não fica claro se as abordagens implicam em reconhecimento de características e propriedades do fenômeno da vida para com os animais. Por isto estas disciplinas merecem atenção e dedicação de análise dos programas disciplinares que estão descritos na próxima seção deste capítulo.

No quarto ano do curso (fig. 26), último para o turno integral e penúltimo para o noturno, contempla distintas componentes de conhecimentos biológicos e novamente não apresentam convergência neste momento da formação. Todavia, da mesma forma que no terceiro ano as disciplinas do noturno já haviam ocorrido em anos anteriores do integral, salientamos aqui que analisaremos as seguintes disciplinas convergentes: Ecologia de Populações e Comunidades; Ecologia Sistêmica e Paleontologia.

Figura 26 Seriação das disciplinas do quarto ano (integral/noturno).

Série	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR INTEGRAL
4 <sup>a</sup>	DBI	Estágio Superv. p/ a Docência em Biologia*
	DPP	Legislação Ambiental**
	DBI	Instrumentação e Met.do Ensino de Biologia*
	DBI	Ecologia Sistêmica
	DGE	Paleontologia
	DBI	Biologia Sanitária
	DTP	Introdução à LIBRAS*
	DBC	Biotecnologia
	DBI	Ecologia de Populações e Comunidades
	DBI	Manejo e Cons. De Recursos Naturais**
	DBI	Estágio Curricular Supervisionado**
	DBI	Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

Série	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR NOTURNO
4 <sup>a</sup>	DBC	Evolução
	DBI	Zoologia de Cordados
	DBI	Sistemática de Vegetais
	DBI	Fisiologia Vegetal I
	DBI	Fisiologia Vegetal II
	DFS	Biofísica e Fisiologia Animal I
	DFS	Biofísica e Fisiologia Animal II
	DBI	Estágio Sup. para Docência em Biologia*
	DBI	Instrument. e Metod. do Ens. de Biologia*

Fonte: PPCB.

De todas as disciplinas curriculares elencadas no curso de Ciências Biológicas (integral/noturno), a única que referencia diretamente o estudo da vida é a de Paleontologia (fig. 27), no sentido de seu estudo pretérito para a compreensão da “vida atual” (PPCB, p.10). Para respaldar estes estudos, a disciplina, ofertada no 4º ano do integral e 5º ano do noturno, oferece a compreensão para os graduandos da “sistemática de animais e vegetais fósseis” (PPCB, p. 9).

Figura 27 Ementa da componente Paleontologia.

<p><b>PALEONTOLOGIA</b></p> <p><b>Ementa:</b> A Paleontologia sob o ponto de vista estratigráfico, com noções paleontológicas fundamentais na sistemática de animais e vegetais fósseis. <i>(Res. 179/05-CEP)</i></p> <p><b>Objetivos:</b> Fornecer aos acadêmicos conhecimentos sobre a vida pretérita que, preservada nas rochas, forneceu os elementos básicos para o entendimento da vida atual. <i>(Res. 179/05-CEP)</i></p>
---

Fonte: PCCB.

Duas outras componentes do quarto ano integral, Ecologia de Populações e Comunidades e Ecologia Sistêmica (fig. 28), também discutem a vida de modo indireto, através do estudo da dinâmica entre populações, comunidades e ecossistemas que envolvem fatores bióticos e abióticos.

Figura 28 Ementas das componentes Ecologia de Populações e Comunidades e Ecologia Sistêmica.

<p><b>ECOLOGIA DE POPULAÇÕES E COMUNIDADES</b></p> <p><b>Ementa:</b> Abundância das populações: principais atributos, fatores envolvidos na dinâmica populacional e interações intra e inter-específicas. Distribuição e abundância ao nível de comunidades: visões de comunidade, sua organização e metabolismo. <i>(Res. 179/05-CEP)</i></p> <p><b>Objetivos:</b> Oferecer uma visão sobre principais atributos e processos envolvidos com a dinâmica de populações e comunidades de plantas e animais. <i>(Res. 179/05-CEP)</i></p>
<p><b>ECOLOGIA SISTÊMICA</b></p> <p><b>Ementa:</b> Estudo dos fatores ecológicos e da dinâmica dos ecossistemas naturais, dos biomas globais e dos ecossistemas brasileiros, com ênfase na conservação e na recuperação ambiental. <i>(Res. 044/10-CI/CCB)</i></p> <p><b>Objetivos:</b> Fornecer as bases do modo de ação dos fatores ecológicos bióticos e abióticos aplicados à análise da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas naturais. <i>(Res. 044/10-CI/CCB)</i></p>

Fonte: PPCB.

Para que o graduando saiba reconhecer um fator biótico (organismo vivo) de um fator abiótico (matéria inerte ou energia), é preciso que seja trabalhado, discutido ou refletido na disciplina quais são as características dos seres vivos e quais são as compreensões que se tem sobre o que é vida. Estas duas disciplinas, bem como a evolução e a paleontologia, são trabalhadas no último ano do curso noturno (fig. 29). Desta forma, observamos que os graduandos do curso noturno vão poder discutir e refletir sobre o que é a vida de modo direto e indireto mais à finco neste período. Ou seja, poderão nesta etapa da formação mobilizar conhecimentos biológicos assimilados desde o início do curso, para refletirem sobre as abordagens do fenômeno vida. Algo semelhante que já foi citado e que pode ocorrer, por exemplo, com a disciplina de Organização dos Seres Vivos, a qual já fornece subsídios para entender os discursos e discussões das outras disciplinas.

Figura 29 Seriação das disciplinas do quinto ano (noturno).

Série	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR NOTURNO
5 <sup>a</sup>	DBC	Biologia Molecular
	DBI	Ecologia Sistêmica
	DGE	Paleontologia
	DBI	Biologia Sanitária
	DTP	Introdução à LIBRAS
	DBC	Biotecnologia
	DBI	Ecologia de Populações e Comunidades
	DBI	Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

Fonte: PPCB.

Com a análise das ementas de componentes de conhecimento biológico deste currículo, selecionadas por critérios de convergência entre os turnos e, também, pelos professores pesquisadores atuantes, percebemos que há relação entre as disciplinas dos últimos anos com as de anos anteriores. Esta relação se tangencia para a componente Organização dos Seres Vivos. Desta forma, este elo pode ser uma forma de atender a formação holística descrita anteriormente na proposta do currículo. Mas, ao considerar o rol de disciplinas ofertadas, a maioria destas em suas ementas não dão subsídios de como é esse caráter holístico e estão mais inclinadas da forma como se apresentam para uma recorrente formação fragmentado e desarticulada.

Ao considerar que o curso estuda os processos e a diversidade do fenômeno vital, na perspectiva epistemológica que Mayr (2008) defende para a Biologia, não é possível que o conhecimento biológico sobre a vida seja compreendido a partir de sua fragmentação, tal como as desarticulações entre componentes curriculares suscitadas anteriormente. Assim, âmbito acadêmico das Ciências Biológicas pode repensar sua organização curricular, incorporando nesta, princípios que sejam holísticos de fato. Ou seja, organizar o curso por meio de uma narrativa histórica ou de um conceito estruturante que seja capaz de unificar e perpassar as componentes necessárias para a formação do professor pesquisador das Ciências Biológicas (NASCIMENTO et al, 2017; MAYR, 2008; SMOCOVITIS, 1992).

Compreendemos que propor uma narrativa histórica para a organização do curso para professores pesquisadores das Ciências Biológicas não é fácil. Um dos motivos é o próprio movimento de inércia na construção de cursos formadores que promovem a reprodução de conceitos de modo acrítico, com adaptações às informações de senso comum, favorecendo o que Cachapuz et. al. (2001, p. 212) chama de “reducionismo conceitual”. Desta forma, o curso

de Ciências Biológicas deste estudo ao seguir esta inércia como observamos na análise de seu PPCB, contribui para aumentar as estatísticas de pesquisas que afirmam ser difícil conceituar e definir a vida no âmbito acadêmico, devido a ocorrência do paradigma da fragmentação dos conhecimentos biológicos ‘a serem aprendidos’ para ‘serem ensinados’ (COUTINHO, 2005; SELLES; FERREIRA, 2005).

Por isto destacamos que uma alternativa viável para contrapor este cenário fragmentado, oriundo da epistemologia fisicalista moderna da Biologia com o avanço da molecularização (EL-HANI, 2002), é utilizar o fenômeno da vida como tema estruturante do curso para a construção de uma narrativa histórica (MAYR, 2008).

Desta forma, a vida, como também a evolução, podem ser uma potencial ferramenta integradora de conhecimentos biológicos, por meio de discursos que dialogam sua conceituação e definição no processo de formação inicial (RODRIGUES; CORAZZA, 2019; RODRIGUES; 2016; COUTINHO, 2005; EL-HANI, 2002).

### **3.3 O fenômeno vida: abordagem direta ou indireta?**

Sabemos que há muito tempo se tem defendido a existência de uma Biologia unificada, que permita o estudo da vida de modo sistêmico e integrado, tal como pudesse ser definido um corpo de trabalho no qual não seria necessário um casamento forçado entre botânica e zoologia, por exemplo, ou quaisquer outras ciências da vida (SMOCOVITIS, 1992).

Mas, ao observar a organização curricular do curso de Ciências Biológicas da IES deste estudo, as ementas analisadas anteriormente não tornam evidente a integração dos conteúdos disciplinares, de modo que os alunos possam entender o fenômeno e responder a questão “o que é vida?”. Ou seja, notamos a falta de um diálogo entre as ementas das componentes selecionadas, além de uma abordagem massivamente implícita da vida ao longo do curso.

Por isto, complementamos aqui esta análise do currículo ao utilizarmos os programas disciplinares disponíveis na Diretoria de Assuntos Acadêmicos (DAA) da UEM. Nestes documentos obtidos verificamos aspectos relevantes referente às análises das ementas da seção anterior deste capítulo. Desta forma, sintetizamos por meio do quadro 2 as componentes analisadas e este instrumento nos auxilia ao suscitar as abordagens diretas e indiretas do fenômeno vida.

Quadro 2 Análise documental do programas disciplinares do PPCB

<b>Componente Curricular</b>	<b>Abordagem do Fenômeno Vida</b>	<b>Conteúdo</b>
Biologia celular	Indireta por meio de ases estruturais, moleculares e fisiológicas das células.	Origem e evolução das células; Tecnologia da Biologia celular e molecular; Composição molecular das células 4. Membranas celulares e permeabilidade; Junção de células entre si e com a matriz extracelular; Citoesqueleto e os movimentos celulares; Matriz citoplasmática: ribossomos, síntese proteica, seleção e transporte; Estrutura e função do sistema de endomembranas: retículo endoplasmático, complexo de golgi, lisossomos; Estrutura e função das organelas envolvidas na bioenergética e metabolismo: mitocôndria, cloroplasto e peroxissomo; Componentes do núcleo interfásico; Ciclo celular e seu controle: interfase e mitose; Morte celular programada; Cromossomos metafásicos e politênicos; Meiose e cromossomos plumosos; Células-tronco; Células cancerosas; Identificação de organismos eucariotos e procariotos; Diferença entre célula eucariótica animal e vegetal; Identificação de componentes químicos celulares, proteínas, carboidratos, lipídeos e dna; Eletromicrografias de: membranas, retículo endoplasmático, complexo de golgi, lisossomo, mitocôndria, cloroplasto e peroxissomo; Identificação de núcleo e nucléolo ; Eletromicrografias de:núcleo interfásico,cromatina e cromossomos plumosos; Identificação de cromossomos metafásicos; Identificação de cromossomos politênicos; Identificação das fases da mitose; Identificação das fases da meiose
Bioquímica	Indireta por meio de compostos moleculares que compõem as células e das vias metabólicas.	contextos físico, químico e biológico em que cada biomolécula, reação ou via opera na célula, com ênfase aos aspectos relacionados à termodinâmica, regulação e relações entre a estrutura e a função; bioquímica da informação gênica.
Embriologia e Histologia	Indireta por meio do desenvolvimento embrionário.	Gametas masculino e feminino; fecundação; segmentação; implantação; gastrulação; desenvolvimento embrionário em cordados; anexos embrionários; tecido epithelial; tecido conjuntivo; tecido muscular; tecido nervoso.
Evolução	Indireta e direta por meio da diversidade de seres vivos.	Origem das espécies; especiação; origem dos seres vivos; formação pré-biótica de compostos orgânicos; origem das primeiras células; evolução de organismos mais primitivos; origem dos eucariotos; endossimbiose
Ecologia de Populações e Comunidades	Indireta por meio de principais atributos e processos envolvidos com a dinâmica de populações e comunidades de plantas e animais.	Abundância das populações: principais atributos, fatores envolvidos na dinâmica populacional e interações intra e inter-específicas. Distribuição e abundância ao nível de comunidades: visões de comunidade, sua organização e metabolismo.
Ecologia Sistêmica	Indireta por meio de fatores ecológicos bióticos e abióticos aplicados à análise da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas naturais	fatores ecológicos e da dinâmica dos ecossistemas naturais, dos biomas globais e dos ecossistemas brasileiros, com ênfase na conservação e na recuperação ambiental.



Ficologia	Implícita e explícita por meio da caracterização e classificação das algas.	Caracterização geral; aspectos filogenéticos; sistemas de classificação multiplicação e reprodução (ciclo de vida); filogenia
<b>Componente Curricular</b>	<b>Abordagem do Fenômeno Vida</b>	<b>Conteúdo</b>
Fisiologia Vegetal I	Indireta através de mecanismos físico-químicos e bioquímicos-fisiológicos de dormência de sementes e crescimento e desenvolvimento de plantas	Relações hídricas por meio de propriedades físico-químicas da água; transporte de água nas plantas; potencial hídrico; transpiração; dormência de sementes; germinação; parâmetros para crescimento vegetal; fitormônios; fotoperiodismo; florescência e frutificação.
Fisiologia Vegetal II	Indireta através do metabolismo de plantas.	Metabolismo vegetal; absorção de minerais; absorção de nitrogênio; fotossíntese e respiração; transporte no floema; metabolismo secundário.
Genética Geral e Humana	Indireta por meio do material genético	Natureza, localização, transmissão, função, alterações e manipulação do material genético e suas relações com o desenvolvimento humano normal e anômalo.
Imunologia	Indireta por meio de mecanismos de defesa	Propriedades gerais da resposta imune; células e tecidos do sistema imune; reconhecimento de antígenos e anticorpos; mecanismos efetores e regulação das respostas imunes; imunologia de transplantes.
MicroBiologia	Indireta por meio da citologia e metabolismos de micro-organismos.	Introdução ao estudo da microBiologia; Fundamentos de microscopia ótica e eletrônica. Citologia e morfologia dos micro-organismos. Metabolismo microbiano. Crescimento microbiano (nutrição e reprodução). Métodos gerais de cultivo e manutenção de microrganismos. Controle do crescimento microbiano por agentes físico-químicos. Genética microbiana. Classificação dos microrganismos. Características gerais dos principais grupos de bactérias, fungos e vírus. Microrganismos e a saúde humana: microbiota do corpo humano e as doenças causadas por bactérias, fungos e vírus. MicroBiologia ambiental. MicroBiologia industrial e de alimentos
Organização dos seres vivos	Indireta e explícita por meio da origem e evolução dos seres vivos	Sistemas de classificação biológica; tempo geológico e a história da vida; Interações entre organismos: ecologia.
Paleontologia	Indireta e direta por meio dos fósseis	Vida pretérita; tipos de fossilização; tipos de fósseis
Protozoários heterotróficos	Indireta e explícita por meio de Protistas heterotróficos	Classificação e taxonomia; sistemática filogenética; conceito de espécie; reprodução e ciclos de vida; origem e evolução dos protozoários heterotróficos
Zoologia de Invertebrados I	Indireta por meio de aspectos morfo-fisiológicos, evolutivos, ecológicos e sistemáticos.	Introdução à zoologia; Regras de nomenclatura zoológica; Noções de classificação e filogenia dos principais grupos zoológicos; Aspectos morfo-fisiológicos, evolutivos e ecológicos dos filos porifera, cnidaria, ctenophora, platyhelminthes, nematoda, nematomorpha, rotifera, gastrotricha, acanthocephala e annelida.
Zoologia de Invertebrados II	Indireta por meio de aspectos morfo-fisiológicos, evolutivos, ecológicos e sistemáticos.	Sistemática, taxonomia e filogenia dos filos Mollusca, Arthropoda e Echinodermata.
Zoologia de Cordados	Indireta por meio de aspectos morfo-fisiológicos, evolutivos, ecológicos e sistemáticos.	Sistemática, taxonomia e filogenia do Subfilo Urochordata (tunicata), morfologia, fisiologia e sistemática das classes larvacea, ascidiacea e salpacea. Subfilo Cephalochordata: caracterização morfofisiológica e sistemática da classe Leptocardii.

		Subfilo Vertebrata: morfologia, fisiologia, sistemática e ecologia das classes: cyclostomata; chondrichthyes; osteichthyes; amphibia; reptilia; aves; mammalia.
--	--	---

Fonte: DAA/UEM.

Com este quadro percebemos que o fenômeno vida é discutido ao longo da formação de futuros professores e pesquisadores. É claro que dentro das respectivas componentes selecionadas a abordagem do fenômeno diz respeito às problemáticas particulares das áreas de estudo. Na componente curricular de Evolução, por exemplo, o fenômeno vida é estudado em movimento contínuo de mudança e transformação. Neste âmbito, ao abordar a origem da vida por meio da organização de compostos moleculares, ou seja, da evolução de moléculas orgânicas, eis o momento de discussão sobre as fronteiras do fenômeno vida: quando é que um sistema pode ser chamado de vivo?

Ao analisar os referenciais do programa da disciplina de Evolução observamos a ocorrência de dois autores pertinentes à tese: Richard Dawkins e Ernst Mayr. Além de Dobzhansky e outros evolucionistas como era de se esperar. Mas, a chamada de atenção se deve ao fato de Dawkins (1979) ter proposto uma explicação para o fenômeno vital que o permite conceituar por meio de um paradigma genético – o gene egoísta já explanado anteriormente. Por outro lado, Mayr (2008; 2005) suscita a delimitação da vida por meio de diversas propriedades inerentes aos seres vivos. Além disso, a disciplina aborda temas que também sugere reflexões e aprofundamento para a compreensão do fenômeno vital ao trabalhar conceitos como os de endossimbiose. De acordo com Margulis, por exemplo, a endossimbiose caracteriza a vida como um grande sistema holárquico, no qual a rede complexa de interações é o que sustenta o todo, não sendo possível manter este todo com a ausência completa de uma de suas partes (MARGULIS; SAGAN, 2002).

Outra disciplina que pode se respaldar nesses referenciais citados é a de Organização dos Seres Vivos, já discutida anteriormente, mas que agora em uma análise mais profunda permite, inclusive, estabelecer conexões com a própria disciplina de evolução por compartilhar um domínio comum de conhecimentos biológicos. Aqui cabe ressaltar que, pela seriação mostrada anteriormente, a Organização dos Seres Vivos fornece subsídios para que o graduando ao chegar na disciplina de Evolução tenha maior embasamento para as discussões e desenvolvimento do conhecimento biológico ali proposto, além de agregar domínio sobre o fenômeno vital.

No quadro 2 constituído pelos dados obtidos dos documentos, percebe-se que as disciplinas de Ficologia e de Protozoários Heterotróficos compartilham domínios comuns de conhecimentos biológicos como a caracterização, classificação, taxonomia, ciclo de vida e

filogenia. Ou seja, esses conteúdos recorrentes sugerem ao que pode ser interpretado como característica básica dos seres vivos: todos pertencem a um grupo derivado do processo de evolução; possuem características fisiológicas e metabólicas constantes – nutrição, respiração, desenvolvimento – e todos passam por um ciclo de vida. Isto justifica o reforço e a permanência de definições consideradas clássicas de vida, ou até mesmo prototípicas, mesmo dentro do âmbito acadêmico.

Por definições prototípicas nos apropriamos das palavras de Leite (2013, p. 160) ao explicar que:

O protótipo é caracterizado e descrito pelas categorias típicas. A categoria típica não é como uma característica definitiva que precisa estar sempre presente, simplesmente está presente na maioria das vezes, assim, quanto mais características típicas o conceito tiver, mais ele se encaixa em uma categoria, quanto menos tiver, menos se encaixa. Isso implicou na diferenciação entre conceitos clássicos e conceitos vagos (fuzzy).

Quando a autora supracitada menciona categorias típicas, podemos exemplificá-las para o fenômeno vida aqueles como: nascer, alimentar, respirar, crescer, reproduzir e morrer. Estas propriedades compreendem o que conhecemos por ciclo vital. Se o ciclo é vital, significa que ele acontece com aquilo que possui vida, logo, ocorre com os seres vivos. Esta definição de vida antiga e enraizada desde Aristóteles<sup>25</sup> pode ser superada com visões mais holísticas do fenômeno.

Considerando isto, compreendemos a recorrente definição de vida como um ciclo vital, porém buscamos no curso potencialidades que extrapolam essa visão do fenômeno, podendo estas serem exploradas nas disciplinas de Biologia celular e molecular, que lidam com diversos conhecimentos biológicos relacionados à unidade básica da vida: a célula. Nestas disciplinas pode-se abordar e até mesmo discutir o significado da vida por autopoiese, uma vez que esse conceito de Maturanda e Varela (1998) permite mobilizar noções de metabolismo, homeostase, relações de trocas com o ambiente, regulação, expressão e restrição gênica, além de diversos processos que ocorrem nas células procariotas e eucariotas para sustentar a vida em seu período vigente, bem como o que acontece com a vida quando ela não se sustenta mais (morte celular programada).

As demais disciplinas, além da abordagem do fenômeno vida ser indireta, também lidam com problemáticas que assumem outros aspectos e até mesmo níveis de compreensão deste

---

<sup>25</sup> No entanto, vale lembrar que para Aristóteles era a alma a responsável por permitir o ser passar por este ciclo, que na ausência dela, encerrava-se com a morte.

fenômeno. Neste caso podemos elencar as componentes de Fisiologia Vegetal I e II, Genética Geral e Humana, Imunologia, Zoologia de Invertebrados I e II, Zoologia de Cordados, pois estas trabalham com os seres vivos envolvendo dinâmicas e processos diferentes como metabolismo, classificação e filogenia.

A componente Embriologia e Histologia Humana, embora trabalhe com conteúdos que abrangem concepções de vida, esta se organiza de modo a estudar este fenômeno indiretamente. Seus conteúdos de caráter específico sugerem uma fragmentação do pensamento biológico.

Mas, não resta dúvida, de que mesmo trabalhando com o fenômeno vida de modo indireto essas componentes têm a agregar à formação dos graduandos, como esta disciplina de Embriologia e Histologia. Afinal, um dos grandes debates éticos, políticos e sociais da atualidade tem sido a legalização do aborto, logo, os conhecimentos desta área são importantes para argumentações e contra-argumentações referentes ao tema. Afinal, um professor das Ciências Biológicas em meio a este debate está longe de ser uma figura neutra, uma vez que em questões como esta são os biólogos os mais procurados para responder “quando começa a vida?”.

São questões como essa que proporciona um leque inesgotável de conexões com o conhecimento biológico. Por isto, na trajetória formativa de professores pesquisadores são necessárias compreensões holísticas do fenômeno da vida, que integram diversas áreas da Biologia, para que estes profissionais possam contribuir valorativamente em debates como este.

Com a intenção de responder se esse PPCB vigente proporciona uma formação de conceitos e definições de vida que amparam epistemologicamente os graduandos do último ano do curso para esses debates, apresentamos as análises textuais discursivas no capítulo 4 oriundas dos dados obtidos por meio das interações com esses sujeitos.

## **CAPÍTULO 4: O que é vida para licenciandos do curso de Ciências Biológicas?**

Este capítulo compreende as interações realizadas com parte dos sujeitos envolvidos nesta pesquisa, com a finalidade de identificar os subsídios oferecidos pelas componentes curriculares do curso de Ciências Biológicas da UEM na trajetória da formação acadêmica de professores de Ciências e Biologia. Trata-se de um extenso capítulo de análise, que começa com a descrição e caracterização dos sujeitos, relevante para as interpretações oriundas do exercício analítico para a elaboração das unidades de significado. Além disso, se desenvolve com as produções textuais obtidas dos licenciandos e com as transcrições das gravações realizadas durante os encontros descritos no capítulo 2.

### **4.1. Caracterizando os licenciandos investigados**

Como já descrito anteriormente, esta investigação contou com a participação de um total de 20 licenciandos do último ano dos cursos integral e noturno de Ciências Biológicas. Os pré-requisitos para a escolha destes alunos foram: i) o fato de estarem cursando o último período do curso, o que implica uma extensa trajetória formativa, contemplando um maior rol de componentes curriculares que abordaram o fenômeno da vida; ii) estarem cursando a disciplina de Instrumentação para o Ensino de Biologia e Estágio Supervisionado II, espaço este profícuo para o desenvolvimento de encontros com os alunos para as discussões sobre o objeto de estudo da Biologia.

Todos os alunos envolvidos nesta pesquisa assinaram o TCLE e, previamente, responderam um questionário que teve como objetivo realizar a caracterização dos sujeitos (APÊNDICE I). Neste questionário continha questões objetivas e discursivas para obter informações como: gênero; idade; graduação; formação complementar; especialização/pós-graduação; experiência profissional; pretensão de atuação; e motivação. Os dados obtidos foram computados e tabulados nos quadros de análise a seguir, sendo o primeiro referente ao gênero e a idade dos sujeitos (quadro 3).

Quadro 3 Gênero e idade dos sujeitos investigados.

Gênero		Idade	20 anos	21 anos	22 anos	23 anos	24 anos	25 anos	28 anos
Feminino	13		4	1	3	2	1	2	
Masculino	7		1	3	1	1			1
Total de sujeitos		20							

Com este quadro, nota-se que o maior número de licenciandos são do gênero feminino, na faixa etária entre 20 e 22 anos. Estes dados implicam duas inferências: a preferência do curso pelo gênero e o ingresso subsequente ao ensino médio, uma vez que são licenciandas que estão próximas da conclusão do curso.

De modo geral, ao analisar ambos os gêneros, percebe-se que o ingresso ao curso de Ciências Biológicas tem ocorrido em um período da vida do estudante em que comumente ocorre uma intensa busca pela área de afinidade, proporcionada pelas experiências no contexto escolar. Mas, também, a escolha pelo curso se deve a intenção ao desenvolvimento profissional.

Como já discutido no capítulo 3, diante do PPCB se pode constatar um amplo campo de atuação para os formandos do curso. Isto também é relevante destacar, é fator decisivo para quem busca uma diversidade de atuação. Neste sentido, ao analisar a habilitação escolhida pelos sujeitos no próximo quadro, observou que a maioria optou por fazer o curso contemplando as duas habilitações, a de Licenciatura e a de Bacharelado, o que possibilita uma maior área de atuação (quadro 4).

Quadro 4 Habilitação do Curso de Ciências Biológicas

Graduação	Habilitação	Gênero	20 anos	21 anos	22 anos	23 anos	24 anos	25 anos	28 anos
Ciências Biológicas	Licenciatura	Fem	1		2	1	1		
	Licen/Bacha		3	1	1	1		2	
	Licenciatura	Mas		1					
	Licen/Bacha		1	2	1				1

Ao serem indagados sobre os reais motivos que os levaram à escolha do referido curso (quadro 5), a maioria destacou que se deveu as referências escolares. Isto, analisado em conjunto com a idade, permite afirmar que a memória escolar para quem recentemente egressa do ensino médio é fator decisivo para a escolha do curso. Com o passar do tempo, o motivo mais bem pontuado após o das referências escolares é a curiosidade sobre o curso em ambos os gêneros. Por fim, os sujeitos que demoraram um certo tempo para ingressarem na graduação (na faixa etária de 21 a 28 anos), manifestaram motivações relacionadas ao oportuno campo de atuação, como sendo algo de afinidade pessoal, enquanto outros por próprio gosto pessoal, ou seja, por gostarem da disciplina de Biologia e do curso.

Quadro 5 Motivações dos sujeitos para a escolha do curso.

Motivação da escolha do curso	Gênero	20 anos	21 anos	22 anos	23 anos	24 anos	25 anos	28 anos
Referências escolares	Fem	3		1	2		2	
	Masc		2					
Curiosidade	Fem	1		1		1		
	Masc	1	1					1
Campo de atuação	Fem		1					
	Masc			1				1
Gosto pessoal	Fem			1				
	Masc							

Entretanto, como o curso oferta duas habilitações, julgou-se relevante investigar o motivo da escolha da habilitação Licenciatura, como segue no quadro 6, uma vez que esta tese investiga o fenômeno vida no âmbito da formação inicial de professores/pesquisadores.

Quadro 6 Motivação dos sujeitos para a escolha da licenciatura

Motivação da escolha da Licenciatura	Gênero	20 anos	21 anos	22 anos	23 anos	24 anos	25 anos	28 anos
<b>Referências escolares</b>	Fem							
	Masc							1
<b>Encantamento pessoal</b>	Fem						1	
	Masc							
<b>Gosto pessoal</b>	Fem	2	1	2	2			
	Masc		1	1				
<b>Atuação profissional</b>	Fem	1				1		
	Masc							1
<b>Oferta de emprego</b>	Fem	1	1	1				
	Masc	1	1					

Neste quadro observou-se que emergiram algumas das categorias obtidas no quadro anterior, reforçando a motivação da escolha. Todavia, nesta análise se observou que a escolha pela Licenciatura, por exemplo, no caso do M28<sup>26</sup>, teve uma motivação diferente da descrita pelo curso. Para M28 o curso foi escolhido devido ao campo de atuação, mas a licenciatura devido as referências escolares, enfatizando como a memória escolar pode ser fator decisivo para a vida de um profissional.

<sup>26</sup> Legenda: Masculino 28 anos.

De modo geral, as motivações mais citadas pelos sujeitos de ambos os sexos foram o gosto pessoal pela licenciatura e a atuação profissional, seguida da oferta de emprego. Ou seja, são licenciandos que reafirmam sua pretensão de atuação como professores de Ciências Biológicas.

Em meio aos sujeitos, dois já haviam cursado outra graduação em período anterior (quadro 7), indicando uma migração para uma área de interesse pessoal e profissional. Outras duas investigadas, ambas da mesma idade, além de estarem cursando a licenciatura após terem cursado o bacharelado, também concluíram curso de Mestrado em Ecologia e especialização em Análise Ambiental. Uma destas atualmente, enquanto finaliza a habilitação de licenciatura, está cursando o Doutorado em Ecologia (quadro 8).

Quadro 7 Graduação cursada em período anterior.

Outra graduação	Gênero/Idade <sup>27</sup>
<b>Psicologia</b>	1 F22
<b>Informática</b>	1 M28

Quadro 8 Especialização cursada.

Especialização	Gênero/Idade
<b>Análise Ambiental</b>	1 F25
<b>Mestrado em Ecologia</b>	2 F25
<b>Doutorado em Ecologia</b>	1 F25

Para finalizar a caracterização dos sujeitos, quando questionados se os mesmos haviam tido experiência profissional (quadro 9), alguns apenas destacaram que já atuaram como professores em iniciações à docência (Pibid), outros por meio de aulas particulares e em escola da educação básica. A relevância desta informação se deve ao confronto da motivação para a escolha do curso e da habilitação. Se considerar que as motivações mais frequentes foram relacionadas ao gosto pessoal, atuação profissional e oferta de emprego, seria esperado que estes teriam buscado esta experiência profissional ao longo da graduação para a sua reafirmação no campo de atuação. Porém, de todos os sujeitos, apenas ¼ esteve envolvido com a prática docente – um número relativamente baixo considerando que todos serão habilitados na licenciatura.

<sup>27</sup> Legenda: Ex. F22 = feminio 22 anos; 2F25 = doi femininos de 25 anos; 1 M20 = um masculino 20 anos.



Quadro 9 Experiência profissional dos sujeitos

Experiência profissional	Gênero/Idade	Instituição
<b>Aula particular</b>	1 F22	
<b>PIBID</b>	1 F20; 1 F 23	
<b>Professor(a)</b>	1 F25	Escola Vaz Caminha
<b>Professor(a)</b>	1 M20; 1 M22	

#### 4.2 Concepções prévias de licenciandos acerca da natureza da Biologia

A presente seção consiste em apresentar o perfil epistemológico que os graduandos participantes desta pesquisa possuem em relação à ciência Biologia. Embora a tese esteja voltada para a investigação do fenômeno vida perante a trajetória formativa desses sujeitos, trazer para essas análises as concepções que eles possuem acerca da natureza desta ciência nos ajuda a compreender os paradigmas que o curso tem vivenciado. Afinal, as concepções que os alunos possuem sobre vida se relacionam com a visão de ciência que estes possuem, por meio dos discursos de seus professores pesquisadores em suas componentes curriculares cursadas.

As concepções acerca da natureza Biologia foram obtidas por meio de respostas aos questionamentos prévios, lançados no primeiro encontro da pesquisadora com os graduandos matriculados na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Biologia e Estágio Supervisionado II, que aceitaram participar da pesquisa de doutoramento (apêndice II). As mesmas foram tratadas mediante a análise textual discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2016), cuja estratégia exigiu uma impregnação dos dados por meio de diversas leituras e idas e vindas aos textos elaborados à mão pelos sujeitos, além de recorrer às transcrições das gravações realizadas neste encontro. Mas, foi a partir disto que as unidades foram identificadas para posteriormente serem categorizadas, a fim de fornecer elementos para um metatexto acerca das concepções que os licenciandos possuem sobre a natureza da Biologia. Neste momento é necessário explicar que por categoria entende-se como o exercício de reunião das unidades que convergem perante seus significados, enquanto o metatexto é a elaboração textual autoral da investigadora acerca das interpretações oriundas mediante aporte teórico e a impregnação dos dados. O metatexto é criativo, fenomenológico e estritamente interpretativo.

Para preservar a identidade dos envolvidos nesta pesquisa, todos os dados transcritos foram legendados da seguinte forma: a letra P foi designada para a atividade de pesquisador, havendo P1 para a pesquisadora orientadora e P2 para a pesquisadora doutoranda; a letra L designada para licenciandos, seguida de algarismos arábicos em ordem hierárquica para legendar os respectivos sujeitos envolvidos nas atividades investigativas.

A análise iniciou a partir da primeira questão que abriu o questionário “O que é a Biologia? Descreva elementos que a caracteriza”. O objetivo desta era identificar nos sujeitos se os mesmos a concebiam como uma ciência, mesmo que as respostas discutissem sobre do que se trata a palavra “Biologia”. Desta forma, organizamos as unidades no quadro 10 seguidas de seus respectivos significados, sendo estes expressões extraídas dos dizeres dos licenciandos.

Quadro 10 Conceitos prévios sobre “O que é a Biologia?”

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
VIDA	É o estudo da vida	L1; L2; L3; L4; L6; L8; L9; L11; L12; L16; L17; L18; L19
SERES VIVOS	É o estudo dos seres vivos	L5; L10; L14; L15; L18
CIÊNCIA	É uma ciência	L4; L10; L14; L15; L16; L17;
COMPLEXIDADE	É o estudo do fenômeno, da complexidade e da universalidade	L7; L11; L13; L15;

Ao considerar a hipótese de que as respostas a primeira pergunta poderiam não trazer explicitamente a Biologia como ciência, para isto a segunda questão foi proposta para induzir o sujeito à reflexão “Por que a Biologia pode ser considerada também uma ciência?” (quadro 11).

Quadro 11 Conceitos prévios sobre Biologia como ciência

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
ENTENDIMENTO	Entendimento, compreensão, estudo.	L1; L7; L9; L10; L12; L14;
MÉTODO	Por possuir um método científico	L1; L4; L6; L10; L11; L12; L13; L14; L15; L16; L17
EXPERIMENTO	Realiza a experimentação	L2; L17
HIPÓTESE	Produz hipóteses	L10; L13; L17
INVESTIGAÇÃO	Realiza investigação	L5; L17; L18
TEORIA	Possui teorias científicas	L2; L17
CONHECIMENTO	Produz conhecimento científico	L8; L17
DISTRIBUIÇÃO	É dividida em áreas distintas de estudo	L3
CONCEITOS	Possui conceitos próprios	L4
CIENTISTAS	É capaz de formar cientistas	L19

Ao analisar os quadros 11 e 12 é possível extrair da compreensão dos licenciandos que a Biologia de fato é uma ciência, embora se observe distintas abordagens. Mas, não resta dúvida, que para a grande maioria a Biologia é considerada uma ciência devido ao seu “método científico”, suscitando seu forte caráter demarcador entre ciência e pseudociência como já discutido por diversos epistemólogos popperianos e kuhnianos.

Alguns sujeitos que corroboram com esta demarcação ainda reforçam a importância da investigação, da experimentação e da formulação de hipóteses pela Biologia para ser considerada ciência, como no caso do L17. Pensando deste modo, esses significados que de

definem a Biologia cartesianamente através de um pensamento positivista podem ser reunidos em uma grande categoria: *Biologia positivista*. Nesta categoria que emerge dos dois quadros, até então analisados, consignam as unidades “Ciência” (Quadro 10), “Método”, “Experimento”, “Hipótese”, “Investigação”, “Teoria”, “Conhecimento”, “Conceitos” e “Cientistas” (quadro 11).

Essas reflexões sobre a própria atividade científica revelam, por meio desta categoria, uma concepção herdada da ciência, explicada por Rivero e Wamba (2011, p.12) como sendo o pensamento “no qual a ciência é um conhecimento teórico que se obtém basicamente mediante o método científico hipotético-dedutivo a partir da experimentação”. Desta forma, é notório que a concepção herdada estabelece relação com o caráter empírico, uma vez que o conhecimento está no objeto e o sujeito, para conhecê-lo, necessita da experimentação.

Todavia, vale ressaltar que durante as interações discursivas sobre esta temática emergiu dos licenciandos a compreensão de que para a Biologia nem sempre a experimentação é viável, como pode ser observado no episódio que leva o nome dessa categoria *Biologia positivista* no quadro 12.

Quadro 12 Transcrição das interações discursivas com licenciandos sobre a ciência Biologia

Episódio	Transcrição
Biologia positivista	<p>P2: Então, mas a Biologia, ela é caracterizada ciência somente porque ela tem um método? Ou uma forma de introduzir esse conhecimento biológico?</p> <p>L17: Não...</p> <p>P2: Por que não?</p> <p>L17: Porque ela tem um método que difere de outras ciências como a física, também...</p> <p>P2: Porque ela também tem uma diferença das outras ciências...Poderia elaborar um pouquinho mais, L17?</p> <p>P1: Ela tem diferença em relação aos seus métodos? Será que ela tem um único método científico? Qual é o método científico, se sabe que esse método científico (conversa sem entendimento)? Como ele é? Nós temos métodos indutivos, dedutivos... Será que toda ciência vai por este caminho: observa, levanta hipótese, (vai e busca o elemento?) e tem o resultado? A Biologia sempre acontece isso? Darwin fez isso, ele conseguiu fazer isso? Olha, Darwin escreveu um livro...será que ele conseguiu ir na experimentação toda hora?</p> <p>L17: Eu acho que a Biologia histórica, que Darwin fala, é mais difícil por experimento...só que você pode aplicar o método, o tradicional, por exemplo: você tá observando os extratos geológicos, então se você tem a... você faz uma hipótese, por exemplo, que sua hipótese é a evolução, a questão da evolução...se aparece, por exemplo, um fóssil fora do que você previu, é porque a teoria tá errada...porque se a teoria tá certa, você teria o nível de complexidade aumentando...eu acho que o próprio Darwin falou isso na origem das espécies...então você tem uma hipótese e você tem como testar sua hipótese mesmo sem ter feito o experimento...</p> <p>P2: E além disso, vocês estão trabalhando com pesquisa, com a Biologia...toda ciência tem que ter bem caracterizado seu...o que gente?</p> <p>L1: objeto de estudo...</p>

Além da concepção herdada de ciência para a Biologia como observada anteriormente, neste episódio está explícito que a observação é essencial para a proposição de hipóteses e teste de sua veracidade, forma de pensamento esta que pode ser associada a uma visão empírico-

indutivista da ciência, como a descrita por Gil-Pérez *et al.* (2001). Segundo a crítica desses autores, o cientista, quando vai a campo, já apresenta ideias apriorísticas, noções estruturadas, advindas de teorias, sobre o objeto ou fenômeno a ser estudado. Ou seja, como nos diz Popper (2008), a teoria precede a observação e a experimentação. Nesse sentido, as discussões no âmbito da epistemologia da ciência revelam que a atividade científica também é contextualizada e referenciada pela visão de mundo do pesquisador, bem como por seus interesses, podendo estar as teorias científicas carregadas de conhecimentos prévios, não sendo, portanto, uma atividade neutra (RIVERO; WAMBA, 2011; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; CHALMERS, 1993).

Por meio dos significados, percebemos elementos de uma visão empírico-indutivista da ciência, caracterizada pela ideia de que todo conhecimento científico resulta da observação sistemática e imparcial da realidade, seguida da formulação de hipóteses, experimentação e conclusão, isso é, de acordo com os passos do método científico. O que se pode concluir é que esta forma de pensar ainda é bastante disseminada no ambiente universitário, influenciando na formação de ideias de novos professores e pesquisadores.

Nesse sentido, há uma contribuição para o fortalecimento dessa concepção, embora Gil-Pérez e colaboradores salientam que essa forma de pensamento se distancia “da forma como se constroem e produzem os conhecimentos científicos” (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p.127). Todavia, vale ressaltar que outras concepções sobre a natureza da ciência se fizeram presentes nos diálogos como em L17 ao afirmar existir diferença entre as Ciências Biológicas e físicas quanto ao seu método.

Desta forma, perante o episódio transcrito, é como se a Biologia possuísse abordagens distintas: uma descritiva, como a evolucionista e outra experimental, tal como ocorre nas divisões de áreas de estudo da Biologia. No entanto, teria a Biologia se tornado uma ciência de maior prestígio apenas por conta da experimentação, como ocorreu na genética? Mayr (2008, p.52) explica que no berço da Revolução Científica, o “experimento era tão valorizado [...] que chegou a ser tratado como se fosse o *único* método científico válido”. Dessa forma, naquele momento histórico já se tinham as ciências experimentais e as não-experimentais, sendo essas últimas concebidas como ciências descritivas, e, por isso, pejorativas, uma vez que não traziam o experimento para o cerne de suas teorias. Todavia, o autor argumenta que toda ciência é descritiva em seu início.

Mas, é válido destacar que além desta concepção, pode-se extrair uma outra categoria dos quadros 10 e 11, intitulada *Biologia organicista*, que reúne as unidades “Vida”, “Seres”, “Complexidade” e “Entendimento”. Esta reunião implica que para a compreensão da

complexidade do fenômeno vida nos seres vivos há a exigência de um arcabouço conceitual integrado. Ou seja, para a *Biologia organicista* se faz necessário o entendimento da vida de modo holístico, tirando de cena o habitual modo fragmentado de se estudar e investigar este fenômeno. Para El-Hani (2002, p.204) abordagem organicista revela

“a complexidade e singularidade física dos organismos como um sinal da autonomia (mas não da independência) da Biologia em relação a ciências que lidam com níveis de organização que precederam os sistemas vivos na evolução do universo, como a física e a química.”

Desta forma, a *Biologia organicista* exprime a intenção desta ciência estudar o fenômeno vida de modo que seja considerado o todo, o que para biólogos isto tem sido ao longo da formação acadêmica o processo de descrição das propriedades dos seres vivos, caracterizando-os por meio de sua organização e junto a esta, relacionando também com a composição química, a capacidade de responder a estímulos, a capacidade de se auto-reproduzir, a capacidade de se adaptar ao ambiente e evoluir (MAYR, 2008). Para este tipo de estudo, não resta dúvida de que o objeto de estudo da ciência Biologia deve estar bem caracterizado, como mencionado por L1 mediante a indagação de P2. Esta caracterização será melhor detalhada na seção dos conhecimentos prévios dos licenciando referentes a vida, uma vez que ainda na investigação acerca da natureza da Biologia foi importante mensurar o conhecimento histórico e epistemológico desta ciência pelos licenciandos.

Para isto, a terceira questão “Quando a Biologia surgiu como ciência? Que características ela apresentava como tal?” orientou as respostas dos licenciados, das quais obtivemos as unidades de seus significados descritos no quadro 13.

Quadro 13 Conceitos prévios sobre o surgimento da Biologia e suas características

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
PRIMÓRDIOS	A Biologia surgiu desde o momento em que o humano lançou hipóteses par entender o ambiente e a si mesmo.	L1; L5; L7; L8; L17
FILOSOFIA	Com os filósofos que questionavam a natureza	L2; L6; L12; L15; L16; L17; L18
QUESTÕES	Por meio das questões à natureza	L2; L17
CATEGORIA	Por meio da categorização realizada na natureza	L2; L11; L14
MÉTODO	Através do uso do método científico	L15; L16
FÍSICA	Surgiu a partir da física	L12;
XVIII	Reconhecida no século XVIII ao estudar os seres vivos a partir do método científico	L13; L18
CIÊNCIAS	Era anteriormente as ciências naturais que sofria com a repressão feita pela igreja	L9;
ILUMINISMO	A partir do iluminismo quando a ciência ganhou força	L10;
RECONHECIMENTO	Seu reconhecimento como ciência é recente	L4;
EXPERIMENTAÇÃO	A partir da realização de seus experimentos	L7; L19
GENÉTICA	Com o advento da genética a Biologia passou a ser reconhecida como ciência	L6;

A unidade “Primórdios” faz referência a construção do conhecimento biológico, cujo processo se desenvolve desde a antiguidade, onde tínhamos os filósofos com interesse em explicar os sistemas vivos. Mas, ao falarmos em ciência, acerca da demarcação de um campo, de uma forma de produção de conhecimento, sua origem é pertinente a Revolução Científica que ocorreu entre os séculos XVI e XVII (BORGES, 1998).

Mas, e a demarcação da biologia? A ciência Física já se estrutura desde a Rev. Científica, tornando-se modelo de ciência. Na sequência a Química também se estrutura como uma ciência tal como a Física, sendo estas consideradas de prestígio acadêmico, por apresentarem métodos próprios de fazer pesquisa – apoiados em enunciados de leis e teorias. Já a biologia é uma ciência mais tardia. O termo surge em 1802 por Treviranus e Lamarck para se designar uma ciência que estuda o mundo vivo (MAYR, 2008).

Surgiu naquele momento um nome para uma ciência nascente, estudiosa dos seres vivos e segmentada em várias áreas de estudo, como história natural formada pela botânica, zoologia e mineralogia; ciências médicas, composta pelos campos da anatomia, fisiologia, embriologia humana, além de campos de estudos que estavam emergindo, como a biologia celular e também a genética e a evolução darwiniana, na segunda metade do século XIX. Ao final deste século, ainda contamos com a emergência da biologia molecular, como em 1869 Friedrich Miescher descobriu o ácido nucleico, chamado de nucleína, impulsionando o início de seu desenvolvimento se inicia na primeira metade do século XX.

Todavia, a biologia, mesmo no início do século XIX, não possuía o mesmo reconhecimento que a física e a química, justamente devido à fragmentação em vários campos que não se comunicavam (inclusive até hoje), e por a biologia ser reduzida à física e a química, ou seja, ter um método de estudos que seguia fortemente os modelos de fazer ciência sob uma perspectiva positivista. Além disso, se considerava que todo o fenômeno biológico poderia ser explicado pelos conhecimentos físico-químicos (MAYR, 2008).

Ao voltarmos nossa análise para os significados das unidades desse quadro, pode-se ressaltar que algumas pertencem a uma grande categoria denominada *Biologia positivista*, sendo o caso das unidades “Método”, “Física”, “XVIII”, “Experimentação” e “Genética”. O movimento da molecularização da Biologia e do emprego da experimentação no processo de produção de conhecimento biológico reforçam o contexto do entendimento da ciência como atividade empírico-indutivista. Ainda cabe nesta categoria a unidade “Reconhecimento”, uma vez que ao recorrer aos estudos epistemológicos da Biologia, verifica-se que seu status de ciência se consolida a partir do século XIX com base nos inúmeros experimentos atrelados a esta ciência – de Louis Pasteur à Hardy-Weinberg.

Outra categoria que pode ser exprimida deste quadro e que é nova perante este ciclo de análise, trata-se da *Biologia descritiva*. Esta categoria emerge em contraposição à *Biologia positivista* embora, aos olhos de quem interprete pela semântica das palavras possa enxergar uma forte relação entre estas devido ao modo de experimentar o mundo vivo. Mas, a grande diferença entre *Biologia descritiva* e *Biologia positivista* é o caráter inquiridor do biólogo sobre os fenômenos, de modo que mais importantes são as questões do que as próprias respostas e/ou hipóteses.

Na *Biologia descritiva* estão reunidas as unidades “Primórdios”, “Filosofia”, “Questões” e “Categoria”. Em todas as unidades observa-se a ocorrência das questões que a Biologia se preocupou em fazer e responder. Para autores epistemólogos como Jacob (1983, p.7), o desenvolvimento da ciência é a “história das tentativas de colocar novas questões, ou melhor, de colocar as antigas questões de maneira nova”.

A maioria das questões evocadas pelos licenciandos se voltam à natureza e ao entendimento antropocêntrico das relações que os humanos têm para com o ambiente. Este movimento de pensamento também sugere uma perspectiva formativa internalista, de modo que se busca o conhecimento no meio externo, porém se deve para o próprio entendimento.

No quadro 13 ainda pode ser extraída mais uma categoria para reunir as unidades “Ciência” e “Iluminismo”, sendo esta denominada de *Biologia reprimida*. São incontáveis episódios nos quais a Biologia sofreu algum tipo de repressão em seu desenvolvimento, seja de ordem de identidade ou de produção de conhecimento. Afinal, a própria história da evolução viveu um dualismo entre ciência e religião, uma vez que a teoria vigente na época era o criacionismo, que defendia a origem dos seres prontos e acabados por uma entidade divina. Por isto, episódios foram marcantes para a Biologia no sentido de promover sua liberdade de expressão e de reconhecimento perante as demais ciências. Um destes episódios foi o Iluminismo, marcado por grandes nomes das ciências da vida como os naturalistas Buffon (1707-1788) e Johann Friedrich Blumenbach (1752-1840), sendo o primeiro responsável pela introdução dos estudos evolucionistas, sendo uma referência para Lamarck e Darwin, enquanto o segundo um zoólogo que revolucionou as classificações de animais da época.

A quarta questão buscou identificar nos discursos dos sujeitos se os mesmos reconheciam os elementos da Biologia que a diferencia das outras ciências, por meio da problemática expressa no quadro 14: “A Biologia se difere de outras ciências? Em caso de resposta afirmativa, em quais aspectos ela se difere? Da mesma forma, justifique no caso de resposta negativa”.

Quadro 14 Conceitos prévios sobre a distinção da Biologia entre as demais ciências

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
OBJETO	Sim. Difere no objeto de estudo	L1; L4; L5; L10; L12; L14; L15; L17; L18
TRANSFORMAÇÃO	Sim. É uma ciência em constante transformação	L2; L13; L15
COMPLEXIDADE	Sim. É uma ciência complexa	L2
ABSTRAÇÃO	Sim. É uma ciência da abstração	L6; L18
OBSERVAÇÃO	Sim. É uma ciência da observação	L6; L12
TEMÁTICAS	Sim. É uma ciência que tem temas específicos que não interessam às outras ciências.	L9; L13
MÉTODO	Sim. Possui método hipotético-dedutivo	L16
PLURALIDADES	Sim. É uma ciência com pluralidades metodológicas	L11
PROPRIEDADES	Sim. Possui métodos próprios	L19
CURRÍCULO	Sim. Possui currículo próprio com rol de disciplinas próprias	L19
NÃO	Não se difere das demais	L7; L8

Diante deste quadro, observamos a predominância nas respostas dos sujeitos a inclinação de reconhecer a Biologia como uma ciência diferente das demais. A *Biologia organicista* também recorre nestas análises, uma vez que as unidades “Objeto” e “Complexidade” se comunicam nesta categoria, mesmo que o objeto de estudo não tenha sido caracterizado neste momento nas respostas dos sujeitos. Afinal, o fenômeno vida, objeto de estudo da Biologia, por si só é um fenômeno complexo.

O modo de perguntar de criar problemas em relação ao seu objeto de estudo, e com isso seus próprios métodos de fazer ciências é o que a torna diferente da Física e da Química (JACOB, 1983; EXTBERRIA; MORENO, 2007; MAYR, 2008). Isso ocorre porque o seu objeto de estudo é diferente da Física e da Química, como os biólogos sempre tentaram demonstrar. A diferença reside na complexidade da organização do mundo vivo, na emergência de novas propriedades em cada nível de organização, capacidade de se autoproduzir e evoluir, entre outras.

Outra unidade que também pode estar dentro dessa categoria é a “Transformação”, já que diversos processos biológicos, ou seja, o próprio fenômeno da vida perpassa por distintas transformações, estas assumem caráter de complexidade para seu estudo e entendimento.

As unidades “Abstração”, “Observação”, “Método”, “Pluralidades” e “Propriedades” reforçam a grande categoria estabelecida e, pelo observado, impregnada nos sujeitos, *Biologia positivista*. Enquanto as unidades “Temáticas” e “Currículo” abrem espaço para a emergência de uma nova categoria, intitulada *Biologia fragmentada* no que se refere ao seu padrão de divisão em subáreas de acordo com as temáticas de estudo. Isto é respaldado pelo fato de que a Biologia adentra o século XX como um “guarda-chuva”, heterogêneo, sendo que em cada aresta



representa um de seus campos de conhecimento - botânica, zoologia, biologia celular, genética, fisiologia, anatomia humana – com cada qual produzindo conhecimentos isoladamente, sem muito diálogo entre si, campos separados. Esse paradigma reducionista também é comumente observado na academia, onde o curso de Ciências Biológicas é segmentado por um rol de componentes curriculares que estudam o fenômeno vida, como já exposto e discutido no capítulo 3 desta tese.

Todavia, ainda houve aqueles (L7 e L8) que não conceberam a Biologia como uma ciência diferente das demais. Isto implica para estes sujeitos que a atividade científica da Biologia é análoga à da química e da física. Neste caso, embora a unidade “Não” possa não exprimir um significado objetivo, o fenômeno subjetivo permite inferir que esta unidade está relacionada com a categoria *Biologia positivista*. Esta ocorrência reflete o peso da experimentação e do valor atribuído ao emprego modelos matemáticos (MAYR, 2008). A própria seleção natural, um dos principais mecanismos da evolução, foi reinterpretada de modo que ela poderia ser prevista e calculada por modelos matemáticos, como forma de tornar a Biologia uma ciência positiva e lógica, tal qual sugeria o círculo de Viena para uma ciência de prestígio (SMOCOVTIS, 1992; MAYR, 1998; 2008).

Ao considerar previamente que as possíveis respostas da questão anterior poderiam ter uma inclinação para a afirmação de que a Biologia seria uma ciência diferente das demais, foram propostas as quinta e sexta questões com a intenção semelhante a terceira, ou seja, de verificar conhecimentos epistemológicos que são importantes para o reconhecimento da natureza da Biologia.

O quadro 15 engloba os seguintes questionamentos realizados aos graduandos: A “Podemos considerar a Biologia uma ciência autônoma? Por quê?”, “Dizer que uma ciência tem autonomia, significa afirmar que ela é independente? Discuta.”. Desta forma, as análises de suas respostas são descritas em conjunto devido a forte relação que possuem.

Quadro 15 Conceitos prévios sobre a autonomia da Biologia

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
INTERDEPENDÊNCIA	Não. Pois precisa de outras ciências para construir suas explicações.	L1; L2; L4; L5; L6; L7; L8; L9; L10; L11; L12; L13; L14; L15; L16; L17; L18; L19
PADRÕES	Sim. A Biologia possui seus próprios padrões.	L2;
MÉTODOS	Sim. Toda ciência possui sua autonomia para trabalhar com o método científico.	L4; L15
SUSTENTAÇÃO	Sim. É uma ciência que se sustenta sozinha.	L5;
QUESTÕES	Sim. Pois possui questões independentes de outras áreas.	L17

É válido ressaltar, antes de tecer as considerações sobre as unidades do quadro 15, que muitos licenciandos ao tentarem responder estes questionamentos manifestaram que não sabiam discutir o assunto. Isto pode ser justificado pelo pouco estudo e compreensão da epistemologia da Biologia na trajetória formativa. Afinal, em uma leitura flutuante do currículo do curso constatou-se que a discussão epistemológica está restrita a componente curricular de metodologias de pesquisa, ou seja, sendo um tema de grande relevância para o curso, mas considerado periférico em sua constituição devido a sua pontualidade. Por isto, diversos licenciando não tiveram contato com epistemólogos da Biologia como Ernst Mayr, François Jacob, Claus Emmeche, Charbel El-Hani, entre outros internacionais e nacionais que discutem o processo da construção do conhecimento biológico e da consolidação da Biologia enquanto ciência.

Então, o que significa ter autonomia? Etxeberria e Moreno (2007) explicam este termo em relação a um indivíduo, dizendo que o autônomo é governado por suas próprias leis. Nesse sentido, autonomia é a capacidade do indivíduo de ter autocontrole e autorregulação. Com isso, podemos dizer que a biologia conquistou a sua autonomia quando deixou de seguir os moldes da física e da química e passou a ter uma epistemologia própria, uma história e um desenvolvimento com suas características, criando suas próprias regras epistemológicas. Isto significa que a Biologia passou a ter problemas próprios, característicos em relação ao seu objeto de estudo, que são diferentes da Física e da Química.

Mas, além disso, a dificuldade desses alunos tem reforçado que mesmo as componentes analisadas no capítulo 3 não tem mobilizado referenciais epistemológicos de seus conteúdos. Com isto, temos o reforço na academia de uma visão de conhecimento científico como uma produção individual e descontínuo da história.

Todavia, ainda com discussões incipientes no percurso da graduação houve aqueles que concebem a Biologia como uma ciência autônoma e independente das demais ciências (L2, L4, L5, L15 e L17). No entanto, a grande maioria considerou que a Biologia não é autônoma e independente das demais áreas devido a sua inter-relação com as demais áreas das ciências da natureza. Ou seja, para estes alunos, a Biologia necessita de conhecimentos físicos e químicos para a compreensão de seus ensaios - o que de fato ocorre, mas não se limita a isto. Neste caso, não houve um reconhecimento da Biologia como ciência autônoma por estar relacionado, na concepção dos licenciandos, com a dependência que a Biologia tem com as demais áreas.

Para aqueles que a consideraram a Biologia como uma ciência autônoma, as unidades “Padrões” e “Métodos” estão relacionadas com a categoria *Biologia positivista* uma vez que o método é reforçado para o seu status de ciência. Já a unidade “Questões” afirma que a Biologia

possui problemas próprios para suas investigações, sendo uma demarcação de sua autonomia e, também, de independência. Na unidade “Sustentação” o L5 afirmou que a Biologia é uma ciência que tem suas bases próprias, seu conjunto de teorias próprias e por isto se sustenta sozinha, de modo independente das demais ciências. Pensando neste viés de independência, estas duas últimas unidades mencionadas podem se reunir em uma categoria emergente intitulada *Biologia independente*, que como a própria semântica permite inferir de que para estes licenciandos (L5 e L17) a Biologia é independente das demais ciências.

Mas, essa concepção de independência não quer dizer que a Biologia não utilize conhecimentos físicos e químicos, pois para explicar a própria contração muscular seria impossível sem o conhecimento dessas áreas somados ao conhecimento biológico. O que se observa é que essa “Biologia independente” mais se aproxima de uma autonomia devido a biologia precisar de conhecimentos produzidos por diversas ciências, mas com o seu modo de tecer interpretações e de produção de conhecimento.

As duas últimas questões deste primeiro instrumento de constituição de dados com os licenciandos tiveram como objetivo de identificar o reducionismo e a fragmentação na Biologia e a contrapartida de um pensamento holístico e integrado. Para as respostas a “A Biologia apresenta diversos campos de estudo. Esses campos dialogam entre si?” segue o Quadro 16, enquanto que para a “O que seria para você uma Biologia unificada?” as unidades e seus significados se encontram no quadro 17.

Quadro 16 Conceitos prévios sobre a Biologia fragmentada

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
DIALOGO	Sim. Há diálogo entre suas áreas.	L1; L5; L10; L14; L16; L18
INTERLIGAÇÃO	Sim. Tudo está interligado	L2; L9; L10; L11; L12; L13; L15; L17
PESQUISA	Sim. Ambas envolvem pesquisas, conhecimentos e experiências	L18
SIM	Sim.	L7; L8
NÃO	Nem sempre, mas deveriam. Todos os campos necessitam de conhecimentos de outros.	L4; L6;

Quadro 17 Conceitos prévios sobre a Biologia unificada

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
UNIÃO	Uma ciência que une todas as outras	L1; L5; L7; L8; L13; L14
DIÁLOGO	Uma ciência que dialoga com as demais	L15
HOLISMO	Todo o universo em volta se conecta pela mesma energia	L2;
INTERDISCIPLINAR	Uma Biologia interdisciplinar	L4; L6; L9; L12
INTEGRAÇÃO	Um estudo sem fragmentação de conteúdos	L10; L11; L16
COMPLEXIDADE	Uma análise mais complexa da vida, unindo conhecimentos de diversas áreas	L17
UNIDADE	Uma Biologia única, que apresentará um diferencial quando comparada às demais.	L18

Para os graduandos investigados, a maioria concebeu a ciência Biologia como sendo uma ciência interdisciplinar ao necessitar e utilizar conhecimentos de múltiplas áreas científicas. Desta forma, observamos uma grande categoria intitulada *interdisciplinaridade*, que reúne as unidades “diálogo”, “interligação”, “pesquisa”, “sim” do quadro 16 e as “união”, “diálogo”, “holismo”, “integração”, “complexidade” e “interdisciplinar” do quadro 17. Sendo assim, essa categoria enuncia que a Biologia pode ser uma ciência unificada ao propiciar um diálogo entre seus campos de pesquisa e atuação.

Porém, embora essa interdisciplinaridade não seja em todos os casos reconhecida pelo seu caráter unificador, percebemos um fato curioso que, em algumas vezes, para os próprios graduandos o significado da interdisciplinaridade pode ser abstrato e de difícil compreensão. Como estes alunos compreendem este termo perante as disciplinas pedagógicas, para eles a interdisciplinaridade pode estar se remetendo às questões didáticas em vez de teórico-práticas. Mas, os dois graduandos que afirmaram que a Biologia, com suas áreas de estudo, nem sempre tem promovido diálogos, quando na questão seguinte do quadro 17 estes mesmos afirmam que a Biologia é interdisciplinar, nos revela duas interpretações possíveis: i) ocorrência de um certo movimento fragmentário do próprio conhecimento biológico para não enxergar os diálogos que esses possuem entre si; ii) o reforço de que sua trajetória acadêmica perpassou por diversas áreas da ciência Biologia sem um diálogo necessário. Afinal, para estes dois graduandos, L4 e L6, em uma questão a Biologia não tem campos de estudos dialogando entre si, enquanto noutra a mesma Biologia é interdisciplinar. Nesta perspectiva, podemos suscitar perante esses dois quadros uma segunda categoria para reunir a unidade “não” do quadro 16: a *Biologia fragmentária*. Esta categoria versa sobre o aspecto da ciência ainda realizar seu estudo em sub-áreas de modo desarticulado e isolado, como se cada parte fosse autossuficiente para o estudo da vida. Nesta categoria, partindo dessa interpretação, também pode ser adicionada a “unidade” do quadro 17, ao revelar que por ter um diferencial em relação às demais ciências, esta é única e, por isto, independente.

Todavia, para verificar essa perspectiva fragmentária na concepção de graduandos, cabe a nós, nas próximas seções aprofundarmos nossas análises para somar a essas interpretações.

#### **4.4 Concepções prévias de licenciandos acerca do objeto de estudo da Biologia**

Esta seção tem o objetivo de investigar como os graduandos do último ano do curso concebem o objeto de estudo das Ciências Biológicas. Para isto também aplicamos um questionário semiestruturado para o reconhecimento das concepções prévias (apêndice III),

para que pudessem explicar suas concepções sobre o que é vida. Neste questionário havia cinco questões argumentativas, sendo cada uma delas explicitadas seus respectivos objetivos e a unitarização para a categorização a seguir.

A primeira questão do questionário buscou identificar episódios na formação inicial, considerando o rol de componentes curriculares cursadas pelos alunos, nos quais o objeto de estudo tenha sido abordado ou discutido. As unidades e significados da questão, “*Alguns professores do curso de Ciências Biológicas já discutiram sobre o objeto de estudo da Biologia? Em quais momentos? Como foi caracterizado esse objeto de estudo? Descreva como foi ou foram esses episódios.*”, seguem no Quadro 18.

Quadro 18 Abordagem do objeto de estudo da Biologia

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
INSTRUMENTAÇÃO	Sim. Em aulas de instrumentação para o ensino de Ciências. O objeto é a inter-relação entre as disciplinas.	L1; L20
SISTEMÁTICA	Sim. Em sistemática, zoologia e entomologia abordava-se por meio da evolução, das adaptações e das morfologias e anatomias para a classificação.	L2; L6; L14; L19
INTRODUÇÃO	Sim. Em disciplina de introdução (início do curso), em debates sobre o objeto de estudo, no caso os seres vivos, para a investigação.	L3; L5
METODOLOGIA	Sim. Em disciplina de métodos e experimentação.	L8;
NÃO	Não houve episódios objetivos, mas algo de forma indireta e pouco explanatória.	L7; L9; L10; L11; L12; L13; L17; L18; L19; L20; L20
ETIMOLOGIA	Não explanaram, apenas citaram o objeto quando faziam a etimologia da palavra Biologia (Bio = vida; logia = estudo)	L4; L7; L15

Ao analisarmos a explanação acerca do objeto de estudo, observamos que a maioria afirmou que durante a trajetória do curso já havia sido discutido algo em componentes como Instrumentação para o Ensino de Ciências, Zoologia de Invertebrados I e II e de Cordados, Sistemática Vegetal, Entomologia, Introdução ao curso de Ciências Biológicas e de História, Filosofia e Metodologia de Pesquisa em Ciências.

Os graduandos elencaram disciplinas que não foram analisadas no capítulo 3, mas que fizeram parte da leitura flutuante do documento em momento anterior a análise documental. De antemão a citação dessas componentes não analisadas nos surpreendeu pelo fato de não constar em suas ementas e em seus conteúdos menções diretas sobre o fenômeno vida, o que nos permite concluir que sua abordagem se deu através de um currículo oculto<sup>28</sup>.

Na componente de Instrumentação para o Ensino de Ciências, os graduandos L1 e L20 explanam em suas respostas que a caracterização do objeto de estudo se dá por meio da inter-

<sup>28</sup> Por currículo oculto entendemos as escolhas que não são planejadas a priori devido a pertinência de um tema importante que se desdobra perante o momento e a oportunidade que traz à tona a aprendizagem de determinados conteúdos como efeito colateral (SACRISTÁN, 1998)

relação entre as diversas áreas da Biologia. Porém, nenhum dos dois chegou a mencionar como era essa inter-relação e por meio de qual conceito que era estabelecida. Talvez, seria esta componente então um espaço profícuo para a discussão do fenômeno vida como conceito estruturante que integra as subáreas da Biologia.

Para as componentes citadas e já analisadas no capítulo 3, isto revela uma perspectiva de abordagem indireta do fenômeno, tal como para alguns graduandos que consideraram que não houve abordagens diretas por terem sido demasiadamente pouco explanatória. Mas, não resta dúvida que em componentes como Organização dos Seres Vivos; Zoologia de Invertebrados I e II e de Cordados, bem como as de Fisiologia, trabalham sim de modo indireto o fenômeno vida, por meio de conteúdos que dão subsídios para diferenciar os seres vivos de não vivos, através das diversas áreas de estudo.

Ainda vale ressaltar que, para aqueles que não houve caracterização do objeto de estudo da Biologia, sua explanação limitou-se apenas na etimologia da palavra, algo bastante recorrente em livros didáticos e até mesmo em discursos de professores de educação básica. Isto reforça como a trajetória formativa influencia também nos discursos dos professores pesquisadores do curso.

Ao final deste quadro, podemos concluir que essas unidades podem ser agrupadas em duas categorias distintas: *objeto de estudo indireto* e *objeto de estudo oculto*. A primeira categoria engloba as unidades para as quais os graduandos afirmaram já ter experienciado explicações do objeto, porém, como nenhum chegou a citá-lo propriamente ou soube descrever como havia sido esse episódio, computamos como um estudo de caráter indireto. Já a segunda categoria reúne as unidades “não” e “etimologia”, pois se refere ao fato de o objeto não ter sido mencionado embora tenha sido estudado, ao passo que não houve ênfase e dedicação ao reconhecimento deste durante a trajetória formativa já que os graduandos não relataram nenhum episódio sobre este assunto.

Seguindo a linha de raciocínio da primeira questão, a segunda teve como objetivo identificar as concepções dos licenciandos acerca do conceito de organismo, ser vivo e vida. A intenção desta questão se estende para a mobilização de conhecimentos biológicos desenvolvidos e construídos pelos licenciandos ao longo de sua trajetória formativa. Com isto, esperou-se identificar possíveis componentes curriculares que contribuíssem para esse discurso. A questão foi proposta da seguinte forma: “*Considerando o que você tem estudado no curso de Ciências Biológicas, como você conceitua: O que é um organismo?; O que é um ser vivo?; O que é vida?*”, sendo as unidades extraídas descritas no quadro 19.

Quadro 19 Conceitos prévios sobre Organismo; Ser vivo e Vida

Categorias	UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
Organismo	ORGANIZAÇÃO	Organização de moléculas	L20; L18; L17; L16; L15; L9; L8; L5; L3
	FORMA	Forma de vida	L20; L19; L10; L8; L7; L3
	METABOLISMO	Aquele que possui metabolismo próprio	L20; L15; L14; L5; L3; L1
	CONCEITO	É uma denominação para algo que se esteja referindo, vivo ou não.	L13; L12;
	CONJUNTO	Conjunto de células que interagem e se adaptam	L6; L4; L2
Ser vivo	INTERAÇÃO	Capacidade de interação e de reprodução	L20; L18; L15; L9; L8; L7; L5; L4; L1
	METABOLISMO	Aquele que possui metabolismo próprio	L20; L20; L19; L16; L15; L14; L11; L9; L8; L6; L5; L4; L3; L2; L1
	ENERGIA	Capacidade de extrair energia do meio	L18; L15;
	ADAPTAÇÃO	Capacidade de se adaptar ao meio	L18; L15; L5; L4; L3; L1
	ORGANIZAÇÃO	É aquele que possui uma organização específica para o fenômeno vida.	L17; L15; L13; L5; L3
Categorias	UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
Vida	INTERAÇÃO	Capacidade de interação e de reprodução	L20; L20; L17; L16; L10; L7; L5; L1
	TEMPO	Conceito de estar vivo em um dado intervalo de tempo (nascimento – morte)	L20; L19; L18; L11; L9; L6; L4; L3; L2
	CICLO	Compreende um ciclo	L4
	PROCESSO	Processo físico-químico que realiza metabolismo	L14; L13; L8; L5; L3; L1
	HOMEOSTASE	Sistema fisiológico de interconexões que busca a homeostase	L20;
	TERMODINÂMICA	É um sistema termodinâmico	L17;
	EVOLUÇÃO	É a capacidade de evoluir por leis darwinianas	L17; L16; L15; L14; L1
	INFORMAÇÃO	É a capacidade de manifestar a informação	L17; L10

Este quadro engloba uma complexidade que respalda o objeto de estudo da Biologia. Diferente dos outros quadros, neste já sinalizamos quais foram as categorias que reuniram as respectivas unidades de significação. As próprias categorias *organismo*, *ser vivo* e *vida* possuem intersecções através de unidades de significado correspondentes. Desta forma, podemos inferir, perante a trajetória formativa dos alunos, que a organização, a interação, o metabolismo e a evolução são conceitos-chave e de suma importância para a caracterização do fenômeno vida, uma vez que a maioria dos alunos apontaram em seus discursos esses conceitos.

Na categoria *organismo* podemos observar a predominância de correntes de pensamento voltadas para uma abordagem autopoietica (MATURANA; VARELA, 1998), uma vez que está centrada nas unidades que se aproximam do metabolismo para manter a organização e as formas de vida em maior ou menor nível de complexidade. E nesse mesmo modo de conceber se insere a categoria *ser vivo*, de forma que este se mantém através da energia consumida para manter a organização e também conseguir se adaptar ao meio e aos recursos disponíveis.

A última categoria, *vida*, ela também pode fazer referência ao sistema autopoietico, mas ela valoriza também outras abordagens por meio da informação, da evolução e da interação. Neste caso, podemos falar de seleção natural de replicadores (DAWKINS, 1979) e também a seleção autônoma com evolução aberta (EMMECHE; EL-HANI, 2000), uma vez que pelas unidades de significação a vida tem a capacidade de estabelecer novas relações e interações com o ambiente e adaptar-se às diversas situações.

Desta forma, ao identificarmos traços epistemológicos de concepções de vida nos graduandos, percebemos que os discursos dos professores pesquisadores têm influenciado nas reflexões acerca do que é vida. Afinal, as componentes ao trabalharem diversos conteúdos que demandam compreensões acerca do que é metabolismo, homeostase, como atua a termodinâmica nos seres vivos, mesmo que o fenômeno vida não tenha sido discutido e trabalhado diretamente, essa trajetória formativa contribuiu para que esses sujeitos investigados extrapolassem às clássicas concepções de vida como a de ciclo vital – que foi citada apenas por um graduando, L4.

Após este momento de mobilizar conceitos, foi proposta na sequência uma questão-problema para verificar se os mesmos se apropriavam de seus próprios discursos (quadro 20), por meio da seguinte questão: “*Em relação às suas respostas anteriores, reflita e discuta sobre como você caracteriza os vírus, um cadáver e um galho caído de uma árvore, em comparativo a um pássaro voando.*”.

Quadro 20 Aplicação de conceitos e definições de vida

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
MORTE	Não possui mais metabolismo, reprodução e expressão gênica	L1; L2; L3; L4; L5; L6; L8; L9; L10; L12; L15; L16; L17; L18; L20; L20
VIVO	Capacidade de reprodução, manutenção da organização e metabolismo	L2; L3; L4; L5; L6; L7; L11; L12; L13; L16; L18; L19; L20; L20
DECOMPOSIÇÃO	Ausência da permanência da organização viva	L2; L3; L5; L6; L9; L14; L19;
CICLO	Etapas da vida, sendo uma delas a morte	L4; L6; L7; L13
LIBERDADE	As formas de expressão da vida	L5; L10
FONTE	Todos os seres são fonte de vida	L6; L15; L20
FORMA	Todos os organismos são diferentes formas de vida	L14; L15; L16; L20



Com este quadro podemos extrair categorias de concepção de vida que, inclusive, resgatam algumas unidades do quadro 19. Todavia, antes de cruzar os dados da tabela faz-se necessário apresentar nossas interpretações. Uma grande parte dos alunos citou definições de morte em suas respostas para referenciar o cadáver e o galho, como sendo ausência de metabolismo – desta forma, o vivo também foi definido através do metabolismo pela mesma parcela de graduandos respondentes. Com isso, podemos dizer que emergiu uma categoria de *vida como entidade autopoietica* fazendo referência aos trabalhos de Maturana e Varela (1998) embora os alunos não tenham estudado esses autores. Nesta categoria reunimos as unidades “morte” e “vida”.

Outra categoria que emergiu, perante a clássica definição de ciclo vital, que foi mais evidente nesta questão, é a *vida como fenômeno cíclico*, na qual reúne as unidades “ciclo”, “fonte” e, também, “vida”, revelando o caráter intersecto que as categorias podem ter entre si. Não é a primeira vez que identificamos essa forma de concepção, L4, por exemplo já havia sinalizado isto no quadro 19 compreender a vida por um ciclo. Além disso, professores pesquisadores investigados no mestrado e que lecionam componentes que estes alunos cursaram também expressaram essa forma de conceber a vida. Ao somar à trajetória formativa os livros didáticos que estes graduandos passam a ter contato para a prática docente, eis que também há uma grande parcela de reforço do ciclo vital (KAWASAKI; EL-HANI, 2002). Esta questão problema foi essencial para identificar que não só L4, mas L6, L7 e L13 também compartilham do mesmo pensamento. Não é nosso objetivo dizer aqui se essa forma de pensamento é certa ou errada, afinal a vida perpassa por um ciclo. Todavia, não deve ser a única forma de conceber e, neste caso, os graduandos pertinentes a esta unidade e categoria não estão limitados a essa compreensão, uma vez que estão presentes em diversas outras unidades e fazem parte de outras categorias – reforçando que a concepção de vida não é singular e sim polissêmica (RODRIGUES; CORAZZA, 2019).

Uma categoria que faz referência a um pensamento organicista é a *vida como organização*, que reúne as unidades “decomposição” e “forma”. Aqui os graduandos atribuem valor a manutenção da organização, de modo que os seres que morrem perdem a capacidade de mantê-la, como no caso do cadáver e do galho. Além disso, por se tratarem de organismos diferentes, os graduandos conceberam estes como distintas formas de organização da vida, uma vez que um vírus é um ser limítrofe que possui uma organização específica, que é diferente de uma célula que compõe o cadáver e a ave (animais) e também da célula do galho (vegetal). É válido ressaltar que esta categoria assume forte relação com a categoria *vida como entidade*

*autopoiética*, uma vez que percebemos que alguns graduandos estão em ambas. Ou seja, a capacidade da vida conseguir se retroalimentar para manter sua organização e produzir novas partes de si mesma por meio do metabolismo é o que garante a manutenção da organização.

Por fim, a categoria que encerra este quadro com a unidade “liberdade” é intitulada de *vida como expressão*, uma vez que está pautada na capacidade que os seres vivos têm de armazenar, expressar e propagar a informação hereditária – seja ela genética ou não, já que todos os organismos da situação problema possuem material genético e moléculas orgânicas, que são sinalizadas e reconhecidas pela linguagem da vida. Aqui podemos referenciar distintas epistemologias para o fenômeno vida, sendo elas a biossemiótica (SANTOS, 2018; PEIRCE, 1995), a seleção natural de replicadores (DAWKINS, 1979) e sistema autônomo com evolução aberta (EMMECHE; EL-HANI, 2000), pois ambas trabalham no campo da informação para diferenciar a vida da matéria inerte.

Considerando as dificuldades que os graduandos manifestaram ao responder a segunda questão deste instrumento de coleta de dados, a quarta foi proposta para investigar as principais problemáticas que tem mobilizado conhecimentos biológicos para o entendimento do fenômeno vida. A questão era “*Se a Biologia estuda a vida e atualmente muitos professores, pesquisadores e estudantes da área tem dificuldade e/ou não sabem responder o que é, será que esta ciência tem desenvolvido estudos para se chegar a um conceito e definição sobre este fenômeno? Justifique.*” e suas unidades são apresentadas no quadro 21.

Quadro 21 Estudos sobre conceitos de vida

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
ESFORÇOS	Há esforços, mas ainda sem muito debate e interação com outras áreas, devido a sua fragmentação	L1; L3; L8; L12; L14; L20
BIOQUÍMICA	Ciências próximas a bioquímica e da termodinâmica podem ajudar a chegar a um conceito	L1; L17
FENÔMENO	Tem se estudado mais o fenômeno para conhecer suas particularidades do que para conceituar o que é vida	L15
DIFERENÇAS	Existem diferentes áreas tentando conceituar, mas por isto não se chega a um conceito único, devido a sua complexidade	L2; L6; L7; L9; L10; L11; L13; L14; L20
INTERESSE	Poucas áreas apresentam interesse, por isso não há um conceito	L13;
EPISTEMOLOGIA	A epistemologia tem buscado o caminho para entender o que é vida	L3; L5; L9; L16
NÃO	Não há esforços para conceituar vida, já que cada área tem seus próprios conceitos	L4; L18; L20

Ao analisar as unidades podemos observar a emergência de duas grandes categorias: *sim* e *não*. Na primeira categoria reunimos as unidades “esforços”, “bioquímica”, “fenômeno”,

“diferenças”, “interesse” e “epistemologia”. Com isto, percebemos que a maioria dos graduandos acredita que existem tentativas para se chegar a um conceito embora falte integração entre as áreas de estudo, ou haja pouco diálogo entre as pesquisas, de modo que cada uma investiga um dado problema sem articular ou se chegar a um consenso sobre o que é vida. Um fato curioso é que L1 e L17 acreditam que o conceito de vida pode ser alcançado com os estudos bioquímicos, através da termodinâmica. Schrödinger (1997) já tentou explicar a vida termodinamicamente e junto com ele diversos outros adeptos, entretanto, ainda que estas áreas possam contribuir muito, falta responder o que regula e faz da vida se alimentar de desordem para manter a ordem e porque isso não acontece com os vírus, por exemplo.

Já para os graduandos L4, L18 e L20 que compreendem a unidade “não” que faz parte da categoria *não*, reforça o paradigma da fragmentação entre as Ciências Biológicas, de modo que cada área possui seus conceitos próprios porém sem convergirem para um conceito de vida. Desta forma, também ocorre este modo fragmentário nos dizeres dos graduandos que fazem parte das unidades “esforços”, “fenômeno” e “diferenças” da categoria *sim*. Isto revela algo que já discutimos no capítulo 1 e 3 sobre o modo fragmentado e desarticulado que as Ciências Biológicas têm sido organizada em suas áreas de conhecimento.

Como complemento da pergunta anterior, a última questão do questionário teve o objetivo de extrair as opiniões dos licenciandos sobre as áreas de investigação da Biologia, considerando a possibilidade de estar imbuído nas respostas a relação de afinidade ou o próprio contexto acadêmico no qual o licenciando(a) possa estar inserido. A quinta questão era “*Na sua percepção, quais são os problemas que a Biologia tem se preocupado em buscar respostas para explicar o fenômeno da vida?*”. As respectivas unidades são descritas no quadro 22, para que possamos mostrar as categorias que emergiram e que suscitam os paradigmas do curso.

Quadro 22 Principais problemas relacionados ao fenômeno da vida

UNIDADE	SIGNIFICADO	SUJEITOS
EXISTENCIAL	Por quê a vida existe?	L1
ESTRUTURAL	Por quê a vida é desta forma?	L1; L14; L17
ORIGEM	Como a vida pode ser criada? Isto explica seu sentido?	L1; L2; L3; L5; L6; L12; L14; L18
EVOLUÇÃO	Como a vida evolui?	L2; L6; L17
INTERAÇÃO	Como os organismos interagem entre si?	L2; L6; L17
EXOPLANETA	Há vida fora da Terra?	L3; L5; L12; L14
COMPOSIÇÃO	Existe vida sem água?	L3; L5
MORTE	O que é um organismo vivo e um não vivo? O que é a morte? A vida tem fim?	L12; L13
VÍRUS	Vírus são seres vivos?	L12; L16
EPISTEMOLOGIA	Unificação das áreas da Biologia e os diferentes conceitos de vida	L4; L5; L9; L12; L15; L20
IMEDIATISMO	Problemas imediatos que não conseguem explicar o que é vida	L7

ANTRÓPICOS	Impactos das ações do homem sobre os ecossistemas e o ambiente	L10
BIODIVERSIDADE	Alterações na biodiversidade	L10
UTILITARISTA	Como melhorar a qualidade de vida humana	L19; L20

Perante este quadro, identificamos através dos principais problemas citados pelos graduandos que emergiram as seguintes categorias: *vida como questão existencial*; *vida como questão organizacional*; *vida como questão ecossistêmica*; e *vida como questão humana*.

A categoria *vida como questão existencial* engloba as unidades “existencial”, “origem” e “exoplanetas”, pois fazem referência a como a vida surgiu, porque ela existe e se há outras formas de vida espalhadas pelo Universo. Essas questões são antigas, desde os povos primitivos, porém com mais racionalidade na época de Aristóteles (MARTALO, 2010). Atualmente podemos citar o surgimento de uma ciência que pode lidar com esses questionamentos, a astroBiologia. Como ainda só conhecemos a vida do planeta Terra, diversos biólogos estão se especializando em astronomia para agregar aos seus conhecimentos biológicos formas de reconhecer a vida em outros sistemas planetários (GALANTE et al, 2016).

A *vida como questão organizacional* reflete uma valorização ao conceito de organismo, uma vez que pode ser considerado uma demarcação biológica que distingue seres vivos da matéria inanimada, os tipos de organização e as alterações destas são relevantes frente às concepções de vida (MEGLHIORATTI, 2011). Nesta categoria estão presentes as unidades “estrutural”, “composição”, “vírus” e “morte”. É válido ressaltar que nesta categoria existem dois extremos: de um lado os vírus por serem estruturas organizadas e limítrofes do fenômeno vida; e a morte, processo inerente ao ciclo vital que representa a desorganização do ser vivo. Entre esses extremos estão a composição que pode ser compreendida pela bioquímica dos seres vivos e a estrutural pelos estudos anatômicos e fisiológicos.

Ao destacarem “interação”, “biodiversidade” e “evolução” podemos unificar esses conceitos na categoria *vida como questão ecossistêmica*. Aqui está nítido a importância que se tem de estudar as diferentes espécies e como elas se relacionam no ambiente e, através dele, são selecionadas. Nesta perspectiva, vida sob hipótese Gaia (LOVELOCK, 1988) e endossimbiótica (MARGULIS; SAGAN, 2002) englobam tais questões levantadas pelos graduandos, uma vez que para os autores citados a biosfera se trata de um organismo vivo, uma vez que todos os seres e o ambiente trabalham para a busca do equilíbrio. Desta forma, seria o planeta Terra um gigante ser vivo, e dentro dele existem inúmeras repetições de vida em ordem e complexidade distintas, mas que interagem e se beneficiam de alguma forma.

Por fim, a última categoria deste quadro, *a vida como questão humana* engloba fatores antrópicos que podem ser correlatos pelas unidades “utilitarista”, “antrópico”, “imediatista” e

“epistemologia”. Essa reunião se justifica pelo fato de que todas dependem do olhar e da subjetividade de quem investiga, das intenções para se investigar e das aplicações destas. Com isto, são os epistemólogos da Biologia que tem a missão de unificar as Ciências Biológicas por meio da concepção do que é vida, mas, devido aos problemas imediatos a atenção tem sido norteada para questões sobre os impactos das ações do homem no ambiente e ecossistemas, além da busca pela melhoria da qualidade de vida.

Diante do exposto, podemos concluir que pelas externalizações dos graduandos o currículo tem perspectivas de formação integrada e holística, porém em episódios muito restritos e implícitos. Desta forma, o próprio curso forma professores pesquisadores que concebem a natureza da ciência Biologia de modo positivista e reducionista, o que fortalece o fisicalismo moderno nos relatos dos alunos sobre explicações do objeto de estudo da Biologia. Embora não tenhamos identificado a vida como conceito estruturante e orientador do currículo e tão pouco discutido na trajetória formativa dos sujeitos, reforçando um paradigma de componentes curriculares desarticuladas, não resta dúvidas que o curso possui potencial para explorar distintas formas para explicar o que é vida. Por isto, voltamos aos professores pesquisadores para que pudéssemos identificar as perspectivas que o curso tem para uma formação holística e integrada dos alunos, sendo este o tema do próximo capítulo desta tese.

## CAPÍTULO 5: Como a vida pode ser eixo integrador do curso?

Este capítulo apresenta os caminhos possíveis para a utilização do fenômeno da vida como conceito estruturante para uma formação integrada e holística, tal como afirma o PPCB, por meio da entrevista semiestruturada realizada com dois professores já entrevistados no mestrado e que aceitaram novamente o convite à pesquisa. É válido ressaltar que estes professores lecionam as seguintes componentes curriculares cursadas pelos graduandos investigados no capítulo 4: Bioquímica e Ecologia de Populações e Comunidades. Para cada professor pesquisador utilizaremos as respectivas legendas: BQ e EPC.

Ambos professores foram entrevistados individualmente por meio de um roteiro elaborado com cinco temas que se desdobraram em sete possíveis questionamentos, de acordo com as respostas dos sujeitos. Os professores pesquisadores entrevistados só foram submetidos a esse processo de investigação após assinarem o TCLE.

Para sistematizar a constituição dos dados, apresentamos quadros analíticos que nos auxiliaram na análise textual discursiva. São quadros que seguem os mesmos moldes dos quadros constituídos e apresentados no capítulo 4, por considerarmos facilitadores das interpretações dos dados.

Após realizar uma breve apresentação, situando a pesquisa de doutorado, a entrevista abre com a seguinte questão *“Tem se discutido sobre o que é a vida, de modo que até aqui na universidade eu ouvi professores e alunos dizerem que não se tem uma definição. Todavia, discute-se também que a Biologia já construiu conhecimentos nos diversos campos de pesquisa, suficientes para se pensar em conceitos sobre este fenômeno. Você concorda ou discorda disso? Gostaria que você argumentasse.”*.

Um questionamento de ordem complexa que extraiu dois posicionamentos distintos, descritos no quadro 23.

Quadro 23 Argumentos sobre a definição de vida pela Biologia

Unidade	Significado	Sujeitos
Sim	Tem-se muito conhecimento acerca do fenômeno para definir o que é vida, embora não seja uma questão da Biologia.	BQ
Não	Não se tem pensado muito nesta questão, de modo que exista um campo nebuloso para definir o que é vida, uma vez que os biólogos não tem se preocupado com esta questão.	EPC

Diante deste quadro, percebemos certo ceticismo já descrito na literatura (EMMECHE; EL-HANI, 2000), pois ambos professores ressaltam que a vida não tem sido discutida pela Biologia, ao passo que outras áreas da ciência têm se dedicado a responder esta questão. Com isto, podemos unir estas unidades em uma categoria intitulada *vida como epifenômeno*. Esta

categoria expressa algo que já discutimos em relação ao organismo ser um epifenômeno dentro de um fisicalismo moderno, mesmo pós-organicismo. Aqui, esta visão se enquadra no fato de a vida ser o objeto de estudo da Biologia que tem sido mais explorado por outras áreas do conhecimento do que pela própria. Isto não quer dizer que a Biologia não possua um vasto campo conceitual para explicar o que é vida, mas na ótica destes professores, que estão inseridos em um ambiente acadêmico biológico e que perpassaram por toda uma formação na Biologia, reconhecem que pouco conhecimento da área tem sido mobilizado para esta questão. Isso pode ser melhor compreendido com os próximos quadros, que exploram as demais questões deste tema no roteiro semiestruturado.

A segunda questão referia-se aos temas que os professores pesquisadores julgavam abrangentes para discutir a vida, compondo os dados do quadro 24.

Quadro 24 Unidades sobre os conceitos abrangentes de vida

Unidades	Significados	Sujeitos
Fenômeno	O que é vida e a qual classe de fenômenos ele pertence.	BQ; EPC
Dinâmica	Energia necessária para sua manutenção e promoção de homeostase	BQ
Dissipativa	Capacidade de liberar a energia para manter sua organização	BQ
Enzimas	Capacidade catalítica de diminuir a energia de ativação	BQ
Informação	Especificidades de moléculas biológicas	BQ
Evolução	Seleção natural de informações através de organismos	BQ
Vírus	Seres extremos que demanda compreensões organizacionais	EPC
Eutanásia	Onde a vida termina e quais são as implicações éticas	EPC
Origem da vida	Onde a vida começa e como demarcar isso	EPC

Embora na primeira questão o que se tenha observado era a *vida como epifenômeno*, muitos temas emergiram com potencial para discutir a problemática tanto em caráter específico da componente quanto abrangente. Desta forma, duas categorias que emergem são: *temas específicos e temas abrangentes*.

Os *temas específicos* compreendem as unidades “dinâmica”, “dissipativa”, “enzimas” e “informação”. Por curiosidade, estes foram os temas suscitados pelo professor pesquisador BQ, enquanto EPC citou *temas abrangentes* que não são restritos à sua componente curricular, podendo ser trabalhados em distintas componentes e fases da formação dos graduandos. Nesta categoria as unidades “evolução”, “vírus”, “eutanásia” e “origem da vida” são de domínio comum, uma vez que todo biólogo e professor de Biologia deve compreender o que é e como ocorre a evolução, saber reconhecer os vírus e saber argumentar porque estes são seres limítrofes, compreender o que caracteriza o fim da vida, bem como sua origem. Isto não quer dizer que os temas citados por BQ não sejam necessários à formação desses profissionais, pelo

contrário, são conceitos que em contextos específicos permitem maior aprofundamento sobre o fenômeno vital, mas não resta dúvida que são particulares a uma área de estudo e/ou atuação.

A terceira questão complementava a segunda, porém, voltada para a área de atuação dos professores pesquisadores, ao serem questionados sobre “*quais conhecimentos, conceitos, ou explicações de fenômenos utilizaria para conduzir uma discussão em sala sobre o que é vida?*”, cujas unidades extraídas estão descritas no quadro 25.

Quadro 25 Unidades de conhecimentos que demandam explicações sobre o fenômeno vida

Unidades	Significados	Sujeitos
Evolução	Capacidade da vida evoluir	BQ
Bioquímica	Composição química	BQ
Dissipação	Capacidade de dissipar energia	BQ
Metabolismo	Rotas metabólicas	BQ
Diversidade	Conhecimento de populações e espécies de organismos	EPC
Bactérias	Caracterizar o que torna a bactéria um ser vivo	EPC
Organização	Compreender a organização particular do ser vivo	EPC
Organismo	Compreender as interações que este possuem em seus níveis de organização	EPC

Como podemos observar, novamente emergiram unidades semelhantes as do quadro analisado anteriormente, isso reforça o grau de relevância que estes conceitos têm para estes profissionais, além de que possuem potencial explanador acerca do fenômeno. Sendo assim, as mesmas categorias do quadro 24 valem para o quadro 25, podendo incluir nessas categorias as seguintes unidades emergentes: “bioquímica” em *temas específicos* e “diversidade”, “bactérias”, “organização” e “organismo” em *temas abrangentes*.

Neste momento, podemos fazer uma inferência de dois fortes posicionamentos nos sujeitos investigados: a valorização do organismo, perante uma abordagem organicista fortemente defendida por EPC; e a ocorrência de um pensamento de retroalimentação, sugerindo uma autopoiese em BQ. Tal constatação não é exclusiva desta pesquisa, uma vez que no passado esses mesmos professores explanaram em seus discursos os respectivos posicionamentos (RODRIGUES, 2016), mostrando que a trajetória formativa e a área de atuação tem relação de constituição das formações discursivas<sup>29</sup>. Essa constância no modo de pensar sobre o que é vida por meio destes conceitos específico e abrangentes revelam perfis epistemológicos importantes para a trajetória formativa dos licenciandos. É muito provável que essa formação inicial influencie as tomadas de decisões e os próprios discursos desses futuros

<sup>29</sup> As formações discursivas são citações indiretas de referenciais, ou de discursos de outras vozes por meio da própria voz. Isso acontece por conta da formação da memória, que se apropria de conteúdos e discursos plurais para constituir a fala do indivíduo. Deste modo, embora não haja citação direta da forma de pensamento, nas entrelinhas das enunciações é possível identificar os referenciais por meio da análise de discurso (RODRIGUES, 2016).



professores, como já podemos citar algumas falas dos próprios sujeitos analisados no capítulo 4 que reforçam essas concepções organicistas e autopoieticas.

Porém, quando os professores pesquisadores foram questionados se já haviam ministrado aulas sobre a temática vida, para a nossa surpresa tivemos duas respostas díspares: sim (BQ) e não (EPC). Para a análise desta questão, consideramos relevante trazer as transcrições das respostas a seguir, no quadro 26.

Quadro 26 Transcrição das respostas de BQ e EPC.

Questionamentos	Respostas
Você já fez isso? Teve algum momento que houve essas discussões ou outro momento que usou para discutir o que é vida?	BQ: Eu faço isso! Eu já elaborei palestras sobre o que é vida e sempre inicio o ano letivo quando vou dar aula de bioquímica, quando vou falar o que é bio eu explico sobre o que é vida. A minha organização dessa aula é feita com a ideia de convencer os alunos da evolução, porque ao longo da nossa formação vamos sendo conduzidos a acreditar em certos conceitos sem saber o porque. Então para que eles saibam defender os conceitos que ele usa eu começo explicando os argumentos, até para que os alunos possam saber o que é fake News, por exemplo. Ou até como eu vou curar uma planta se não vou saber o que é o conceito de evolução para poder entender o porque da cura ou da doença. Como eu tenho essa linha de estudo eu uso esse conhecimento para tentar motivar eles também pela curiosidade de querer entender a evolução e o que é vida.  EPC: Não.
Já que você discutiu sobre este assunto, ao refletir para o próximo ano, você mudaria alguma coisa nessas discussões? Como você faria?	BQ: quando estudei Biologia no segundo grau, começava com a célula e ia complexando para chegar no ecossistema no 3º ano. E eu achei essa abordagem completamente erra porque achava muito difícil sem ter nenhum conceito de Biologia ter que imaginar os subsistemas celulares, que nem conseguíamos ver no microscópio, somente com desenhos e esquemas. Então, eu achei a abordagem Paulo Freire mais correta a partir pelo que se já conhece, o ambiente para depois ir para o abstrato a gente pode tornar mais interessante esse estudo para o aluno.
Caso não tenha feito, você acha que essas discussões seriam interessantes e necessárias para as disciplinas que você conduz? Comente um pouco.	EPC: Sim, com toda certeza. Essa pergunta até me faz refletir sobre como eu poderia fazer isso. No momento não me ocorre um tópico específico, mas daria para eu pensar em uma maneira de conseguir inserir isso em minhas aulas.

Esse episódio transcrito justifica a presença de concepções autopoieticas e também abrangentes nos graduandos investigados no capítulo 4 tanto por conta da componente curricular ministrada por BQ quanto de EPC. Mesmo que EPC tenha afirmado que até então não tenha ministrado aulas com a temática vida, tornamos a ressaltar que em termos de posicionamento este professor pesquisador é bem claro: assume uma abordagem organicista e ecossistêmica. Logo, mesmo que aos olhos dele isso ainda não tenha sido feito, ao ministrar os demais conceitos de sua disciplina contribui para essa abordagem organicista evidenciada nos

graduandos investigados. Esses são os subsídios que, de forma indireta (capítulo 3), explanam sobre o fenômeno vital.

Na sequência, consideramos trazer mais um episódio da entrevista, pois se trata da relevância e a necessidade de se discutir o fenômeno vida no processo de formação dos biólogos e de professores de Biologia. Para isto, solicitamos aos professores que argumentassem a respeito desta questão, compondo os dados do quadro 27.

Quadro 27 Transcrição das entrevistas com BQ e EPC.

Questionamentos	Respostas
<p>Alguns biólogos defendem a necessidade disso. Gostaria que você argumentasse ou contra-argumetasse sobre a necessidade de se discutir sobre o que é vida no processo de formação de biólogos.</p>	<p>BQ: Eu quando decidi fazer Biologia eu tinha tido más experiências com a Biologia, eu nunca tive professores que me fizessem gostar a Biologia. E quando fui para o curso de Biologia eu percebi que isso só não é conhecimento como também não é abordado. As pessoas não conhecem o que é autopoiese, que é um conceito da década de 70. Pois não era conhecida por nenhum dos professores do curso e provavelmente não seja conhecida pelos professores do curso da pós-graduação. Tentar entender e definir o que é vida, simplesmente não faz parte do curso de Biologia. Apesar de nossa ignorância, é importante falar! O curso de Biologia tem que abordar o aspecto essencial do seu objeto de trabalho.</p> <p>EPC: Discutir vida é necessário para responder questões profundas como as que eu citei, além disso para promover uma formação interdisciplinar dentro de Biologia. Eu penso na Universidade como uma formação muito mais ampla, não apenas de integrar conhecimentos da Biologia, mas de outras ciências. Porém essa formação fragmentada resulta em alunos que saem daqui sem saber aplicar os conhecimentos, incluindo o de vida.</p>
<p>E na formação de professores de Biologia?</p>	<p>BQ: É importante e o mistério é o grande motivador do nosso cérebro. Qualquer criança que vê um objeto que não conhece quer por a mão e o por a mão é querer entender. Então, quando você chega a uma criança ou adolescente e falar para ele que você vai construir isso aqui agora, e você gera uma expectativa de trabalho, o que torna desinteressante. Mas se você der o tom de mistério, você vai envolver a criança, ela vai querer fazer parte disso e é isso que a gente tem que fazer. Nem todo mundo vai estar interessado sobre os aspectos do mundo, mas se eu conseguir entregar para eles uma motivação de que é interessantíssimo como “sabia que existem que tem organismos endofíticos que usam nitrogênio que assimilam para a planta. Então, a planta não é só uma planta, ela é uma entidade.” ou “Porque se a vaca não for capaz de comer grama, não é vaca, e se ela não tiver micro-organismos que a digerem ela não existe”. Então, você cria uma motivação e aí você não ensina, porque a pessoa passa a buscar a informação. Você não ensina quem não quer aprender. Falar sobre a origem da vida, o que é como surge, se a gente vai conseguir construir uma vida no futuro, como seria a engenharia ontogênica desses organismos, quais são os sinais que eles precisam trocar, acho que seria uma forma muito interessante de você abordar a Biologia para trazer para o campo das definições do que é vida. Seria uma forma muito interessante você abordar na Biologia mistérios para trabalhar essas questões holísticas.</p> <p>EPC: Não resta dúvida que é importante, mas como dentro da Biologia é fragmentado, eu fico pensando como que os alunos saem da faculdade para a atuação... muitas vezes eles saem sem saber aplicar os conceitos, como o de conservação, por exemplo que tem alunos meus que contestam os efeitos antrópicos sobre a biodiversidade.</p>

Diante dessas falas, constatamos um fio condutor, que nesse caso optamos por fazer o caminho inverso na descrição da análise ao destacar nos discursos que *a abordagem do fenômeno vida importa*, sendo uma grande categoria de importância, que engloba diversas unidades, como “autopoiese” devido a sua necessidade de compreensão pelos professores pesquisadores do próprio curso (BQ); “interdisciplinaridade”, uma vez que a vida pode integrar e se opor ao modo fragmentário de como ocorre a formação dos graduandos (EPC); “simbiose”, por ser um conceito que permite gerar motivações para o estudo e compreensão do fenômeno (BQ); e “conservação”, para situar os graduandos como agentes de transformação do meio para que estes leve à prática docente (EPC).

Como EPC já suscitou o caráter interdisciplinar que o fenômeno vida pode assumir de forma direta, estendemos a análise para a penúltima questão do roteiro semiestruturado. Neste momento, ambos os professores pesquisadores foram questionados se o PPCB possibilita uma articulação entre as componentes curriculares, de modo que ao final do curso o estudante possa construir formas de pensamento holísticas ou pensamento sistêmico, que extrapola pensar o fenômeno vida para além do ciclo vital. Em suas respostas observamos dois posicionamentos distintos, como pode ser visto no quadro 28.

Quadro 28 Transcrição das respostas de BQ e EPC.

Questionamentos	Respostas
Você considera que o PPCB possibilita uma articulação entre as componentes curriculares de modo que ao final do curso o estudante possa construir formas de pensamento holísticas ou pensamento sistêmico que o levem a pensar sobre o fenômeno vida para além do ciclo vital?	<p>BQ: Eu acabo sendo um cara que orienta estudantes na unha do elefante, eu não conheço muito a grade curricular para poder fazer uma crítica. Mas eu acho que sim... a Margulis fala muito em seu livro sobre o que é vida, a endossimbiose, que a vida é tudo isso! O que eu estou tentando buscar não é toda a maravilha do que é vida, eu estou tentando descobrir a essência do fenômeno vital. Mas, Gaia e vida, todo o planeta é vivo, o ecossistema não é apenas um fractal da vida de uma célula. O curso de Biologia, no geral, ele oferece sim, porque temos professores na área de ecologia que estão fazendo pesquisas que vão dar essa noção do todo, de quais são os componentes, você também tem a Biologia celular para entender os mecanismos de organização. Então o aluno sai da graduação com uma visão mais holística. Mas o que está faltando é falar mais sobre a teoria do que é vida, o que define ou distingue os seres vivos de outros, para construir sua paisagem de elementos, onde ela se insere e como ela se organiza.</p> <p>EPC: Não, eu acho que as disciplinas são dadas de formas estanques, de tal forma que dificilmente consegue se relacionar as coisas. Tentou-se em algum momento através de disciplinas integradoras como a de Organização dos seres vivos, acredito que ela faça essa abrangência. Ela é a única e essa é uma disciplina que tem essa potencialidade de fornecer essa visão integradora. Muitos alunos falam pra mim que a ecologia dá essa integração e que ela deveria ser dada no começo do ano. Mas isso é restrito dentro da Biologia ao ponto que a gente não trabalha o que é vida. Então se os alunos acham que a ecologia integra, então estamos mal, eu fico imaginando nas outras. Porque a ecologia naturalmente abrange</p>

	diversas áreas mas da forma como está hoje eu não acho ela integrante.
Questionamentos	Respostas
Em outras palavras, para você, o curso tem formado professores com capacidades de utilizar a vida como conceito estruturante (ou integrador de demais conceitos) para trabalhar Biologia no ensino médio?	<p>BQ: Os seres vivos sim, a vida não. O que eu encontrei quando eu fui procurar o que é vida foi o que são seres vivos, como eles são organizados. Então, está faltando o que é vida, está faltando apontar o nicho da vida no Universo. Como que ele se enquadra.</p> <p>EPC: Se dentro da Biologia já é fragmentado, eu fico pensando como que os alunos saem da faculdade para a atuação... eu penso na Universidade como uma formação muito mais ampla, não apenas de integrar conhecimentos da Biologia, mas de outras ciências. Porém essa formação fragmentada resulta em alunos que saem daqui sem saber aplicar os conhecimentos, incluindo o de vida. É como se a vida fosse um currículo oculto, pois quando estamos estudando no curso a vida é uma questão periférica e parece que o que menos tem sido feito é o estudo dela. Eu não sei como a vida poderia ser, mas certamente ela poderia ser um conceito estruturante junto com a evolução que é a espinha dorsal da Biologia, nada na Biologia tem sentido senão à luz da evolução. Colocar junto com a evolução o conceito de vida de forma mais ampla para promover a interdisciplinaridade.</p>

Um fato curioso é que ao mesmo tempo em que EPC menciona no quadro 27 a interdisciplinaridade, em sua resposta transcrita no quadro 28 já afirma que perante o currículo do curso isso não ocorre. Isto nos mostra que embora haja um movimento para uma formação holística e integrada, independente de estarmos falando do tema vida na formação de licenciandos, o próprio professor pesquisador ressalta que as componentes curriculares são ministradas de forma “estanque”. Isto é, o currículo está ainda respaldado por um paradigma fragmentado que já havíamos indícios nas análises do capítulo 3 e que se confirmam agora com a fala de EPC.

Todavia, na ótica de BQ, que embora tenha assumido não conhecer muito sobre o currículo específico do curso de Ciências Biológicas, acredita que o PPCB promove uma articulação entre os conhecimentos biológicos das componentes curriculares. Inclusive, o mesmo professor cita que através da componente de Ecologia esse é um caminho possível, enquanto EPC já diz que não faz isso em sua componente e só pelo fato de os alunos acharem que isto corre em sua disciplina o assusta. Esses dizeres mostram o que já se discute na literatura: há uma segregação e uma compartimentalização acadêmica tamanha que nem os colegas de trabalho conhecem suas atividades ou a forma como trabalham. Talvez, cabe aqui a menção que antes mesmo de repensar um currículo para cumprir uma formação integrada e holística, é necessário que o corpo docente seja articulado também. Mas, o que observamos é que cada componente pertence a um determinado departamento e este, nem sempre, está alocado no

centro de Ciências Biológicas. Então, como unificar a Biologia na formação se a sua constituição física e pessoal é segregada?

Uma perspectiva que pode transformar esse cenário é o diálogo recorrente sobre o fenômeno vida entre o corpo docente, tal como BQ menciona. Mas esse diálogo deve começar pelo próprio centro, para ser distribuído aos departamentos e então chegar aos respectivos professores das componentes curriculares. Pois se formos depositar nossas perspectivas em trabalhos individuais em disciplinas pontuais, como a Organização de Seres Vivos (cap. 3), corremos o risco desse impacto ser silenciados através da barreira do espaço de atuação e do tempo para o esquecimento.

Da forma como está o atual currículo, ambos professores concordam que o curso não tem proporcionado uma formação/capacitação profissional para que esses graduandos consigam explicar o que é vida. Logo, não resta dúvida que o mesmo necessita ser reformulado para atender as necessidades formativas.

Por fim, para consolidar os conceitos abrangentes sobre vida, novamente os professores foram convidados a refletir sobre quais deveriam aparecer no programa da disciplina que atuam, para capacitar os futuros professores pesquisadores a explanar o fenômeno (quadro 29).

Quadro 29 Transcrição das respostas de BQ e EPC.

Questionamentos	Respostas
<p>Para que possamos definir o que é uma matéria viva, quais conceitos você acha que deveriam aparecer no programa da sua disciplina para propiciar a elaboração de conceitos e definições sobre vida, para além daqueles considerados?</p>	<p>BQ: Eu acho que principalmente a complexidade, a vida é importante por causa da complexidade que ela pode gerar. Se eu construísse um sistema autopoietico que consegue se autogerar mas que não transmitisse informação, ele não conseguiria evoluir. Então a evolução é um aspecto elementar. Nada faz sentido na Biologia senão a luz da evolução. Tem vários sistemas em que a vida pode se enquadrar: sistemas em equilíbrio, em desequilíbrio, como se organiza... e quanto a vida impacta o planeta? Quanto a vida impacta na existência da vida e do universo? Muito! A vida é importante porque ela consegue evoluir. Depois eu acho importante o conceito de informação, e eu vejo que muitos professores usam o conceito de informação genética como uma metáfora, porque ninguém sabia definir o que é informação. Como esse 0/1 se converte em AC/TG? Definir informação para se entender o conceito é essencial para entender a evolução. E eu acrescentaria o estudo de estruturas dissipativas.</p> <p>EPC: Conceitos básicos primeiramente evolução, segundo organização, são os dois principais. A vida é fuga de desordem, somos uma luta constante para manter uma organização e isso vale até para os vírus. Isso é o que diferencia os seres vivos de uma chama, por exemplo. Além disso a capacidade de replicação, mas a evolução já engloba isso, porque se não tiver genética e reprodução não tem evolução.</p>

Neste momento, para fechar nossas análises sobre as perspectivas que as componentes curriculares podem ter para promover uma formação holística e integrada dos graduandos do curso, identificamos unidades que se referem a conceitos que podem ser somados às categorias estabelecidas a priori, por meio do quadro 24, as de *temas específicos* e *temas abrangentes*.

As unidades emergentes do quadro 29 são “complexidade”, que se enquadra em temas abrangentes, e “informação”, “desordem” e “replicação” inseridos em *temas específicos*. Essas unidades de ordem específica têm respaldo em distintas epistemologias, desde a ontogenética proposta por Dawkins (1979) do gene egoísta compreendendo as unidades informação e replicação, além de também se relacionar com a autopoietica cognitiva de Santos (2018). Já a desordem, remonta os ensaios termodinâmicos de Schrödinger (1997) em que afirma que a vida ocorre em sistemas abertos, ao possuírem constante troca com o ambiente, ao passo em que se alimentam de entropia para manter a negentropia (se alimenta de desordem para manter a ordem). Então, quando EPC afirma que “a vida é a fuga da desordem” de modo indireto faz referência a termodinâmica, conhecimento este de caráter específico até mesmo para a formação de professores pesquisadores de ciências e Biologia, porém necessário.

A complexidade por ser uma palavra que já descrevemos que não se refere a dificuldade, mas sim a quantidade de níveis de organização e interação, é uma unidade de *temas abrangentes* uma vez que esta pode ser trabalhada em todas as componentes curriculares, afinal, é algo peculiar da organização dos seres vivos e do fenômeno da vida.

Diante deste cenário de pesquisa, o novo que emerge para findar com este metatexto pode ser descrito através da *complexidade sistêmica da auto-organização*. O que entendemos com a tríade investigada currículo-licenciandos-professores/pesquisadores é que ainda há muito por fazer para romper com o paradigma fragmentário e reducionista do caso estudado, a começar pela própria constituição das componentes curriculares. Porém, existem subsídios que dão perspectiva para o curso priorizar a inter-relação entre suas componentes curriculares, de modo que coloque no centro de estudos o fenômeno da vida. Esses subsídios são os conceitos biológicos abrangentes que mobilizam diversos conhecimentos específicos de diversas áreas.

A vida, como um conceito estruturante, permite a *auto-organização* da formação inicial de modo que mobilize licenciandos a refletir sobre questões epistemológicas sobre o conhecimento biológico. Compreender a vida como um fenômeno que se *auto-organiza* é possibilitar que ela esteja no currículo, nos programas e ementas das componentes curriculares, nos discursos de professores pesquisadores e, então, possibilitar um meio profícuo para formar professores de Ciências e Biologia que compreendam a vida não apenas sob perspectiva autopoietica, mas também holárquica e ecossistêmica.

Todavia, somente será possível propagar essa *complexidade sistêmica da auto-organização* da vida quando a epistemologia da Biologia deixar de ser uma disciplina à parte no processo de formação e tornar-se a base para a fundamentação de todo o conhecimento biológico que perpassa por este fenômeno. Isto é, de nada vale um conceito de vida objetivo e estruturado do século XXI sem compreender a sua narrativa histórica, ou até mesmo enxergar a sua complexidade. Caso contrário, seria apenas mais uma “descoberta” científica para a *Biologia positivista*.

## **CAPÍTULO 6: Considerações finais**

Foi um longo caminho percorrido nesta tese para tecer as compreensões. Ainda que esteja a descrição de análises de diversos dados constituídos com os sujeitos, o objetivo inicial deste texto foi de mostrar nosso percurso, nossa estratégia investigativa e de análise, para responder as questões sobre como o fenômeno vida é abordado nas disciplinas que compõem o curso de Ciências Biológicas; quais formas de pensamento sobre o fenômeno vida foram identificadas nos licenciando investigados; e quais perspectivas foram apontadas por professores do referido curso de se trabalhar o fenômeno vida de modo holístico e integrado.

Ao longo dos capítulos constituídos, defendemos a ideia central desta tese de que o fenômeno vida tem potencial para ser ferramenta integradora dos conhecimentos biológicos para a formação de novos professores pesquisadores da Biologia. A partir desta, nossa fundamentação teórica nos forneceu subsídios para concluir que, tal como a evolução, a vida também é um conceito estruturante. Não obstante, a vida é o objeto de estudo da Biologia que deve ser caracterizado para além das listas de propriedades, uma vez que a epistemologia da Biologia permite extrapolar estas para o domínio dos campos conceituais ontogenéticos.

Dentre as diversas definições ontogenéticas – seleção natural de replicadores; sistema autômato com evolução aberta; autopoiese; biossemiótica; semiopoiese – o mais importante é compreender as abordagens holísticas que estas assumem para não cair na retórica fragmentação sugerida através de um pensamento hierárquico do fenômeno vida. Sendo assim, a holarquia, um conceito abstrato e oriundo do holismo do organicismo, contempla uma vasta rede de interações no campo da complexidade – inerente ao organismo – e da complicação – externa ao organismo. O fenômeno vida, ao que tudo indica, se trata de uma questão holárquica e por isto o seu estudo em componentes curriculares desarticuladas não possibilita uma compreensão integrada.

Desta forma, nossa pesquisa se centrou no caso do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, onde cursei e me formei sem saber definir o que é vida. Além disso, este mesmo curso foi o primeiro ambiente de pesquisa durante o mestrado com a mesma temática, porém abordagem distinta. Afinal, a primeira pesquisa realizada nos motivou a compreensão de como os discursos de professores que tem concepções acerca de vida relacionadas às suas respectivas áreas de atuação tem impactado na formação inicial. Todavia, para tecer esta compreensão, múltiplas dimensões foram necessárias para esta investigação, compondo cada uma delas as respectivas unidades de análise deste estudo de caso coletivo, ou de casos múltiplos como alguns autores comumente classificam. Mas, o importante a ressaltar



aqui é que essas dimensões compreenderam o currículo; os licenciandos; e, novamente os professores.

Sobre a análise documental do currículo, não podemos negar que o fenômeno vida é discutido sim durante todo o percurso formativo dos alunos, porém, são discussões implícitas ainda respaldadas por meio de uma abordagem fragmentária por meio de um fisicalismo moderno. Desta forma, o currículo, por si só, não concebe o fenômeno vida como conceito estruturante e tão pouco o caracteriza especificamente como o objeto de estudo da Biologia. Logo, nos perguntamos: qual é o objeto de estudo para o currículo, então? Em uma primeira análise, suscitamos que o que mais ficou evidente é que os seres vivos tem sido o objeto de estudo desta ciência, uma vez que todas as componentes fazem referências aos processos, à fisiologia e à anatomia destes. Desta forma, a vida seria perante um novo emergente um *epifenômeno*.

Com esta análise, já era de esperar que os licenciandos também pudessem contemplar dificuldades em reconhecer a vida como objeto de estudo desta ciência e, principalmente de conceitua-la. Mas, ao serem questionados para descreverem o objeto de estudo da Biologia, muitos licenciandos extrapolaram as clássicas definições de vida, como a de ciclo vital, de modo que podemos inferir que para esses graduandos este fenômeno foi tratado como uma questão polissêmica. Além disso, em seus discursos evidenciamos traços epistemológicos oriundos do currículo e de componentes curriculares cursadas. Para este conjunto de dados, o que emergiu acerca da vida é a sua *complexa organização*.

Todavia, ao questionarmos professores pesquisadores sobre a pertinência da abordagem do tema no curso, estes foram céticos e mostraram barreiras a serem superadas pelos docentes. Para esses professores pesquisadores entrevistados, o curso ainda é respaldado pelo paradigma fragmentado e pode utilizar o tema vida para promover uma articulação entre as disciplinas por meio de conceitos que envolvem *temas abrangentes* para uma compreensão mais generalizada e ampla, até *temas específicos* que possibilitam um aprofundamento para consolidação de argumentos em questões elementares como “quando a vida começa e termina?”, “como a vida pode ser classificada no Universo?”, “o que são os vírus?”, entre outras. Nesta perspectiva, a vida como uma entidade que se *auto-organiza* corrobora com as concepções obtidas de licenciandos e com o potencial que o currículo almeja de promover uma formação holística.

Sendo assim, o novo emergente que reúne a tríade investigada currículo-licenciandos-professores/pesquisadores é a *complexidade sistêmica da auto-organização*. O metatextos constituído discute que embora esforços sejam necessários para romper com o paradigma fragmentário e reducionista do caso estudado, existe a perspectiva de colocar a vida no centro

da organização das componentes, do curso para a formação holística almejada. Esses subsídios são os conceitos biológicos abrangentes que mobilizam diversos conhecimentos específicos de diversas áreas.

A vida, como um conceito estruturante, permite a *auto-organização* da formação inicial de modo que mobilize licenciandos a refletir sobre questões epistemológicas sobre o conhecimento biológico. Compreender a vida como um fenômeno que se *auto-organiza* é possibilitar que ela esteja no currículo, nos programas e ementas das componentes curriculares, nos discursos de professores pesquisadores e, então, possibilitar um meio profícuo para formar professores de Ciências e Biologia que compreendam a vida não apenas sob perspectiva autopoietica, mas também holárquica e ecossistêmica.

Todavia, somente será possível propagar essa *complexidade sistêmica da auto-organização* da vida quando a epistemologia da Biologia deixar de ser uma disciplina à parte no processo de formação e tornar-se a base para a fundamentação de todo o conhecimento biológico que perpassa por este fenômeno. Isto é, de nada vale um conceito de vida objetivo e estruturado do século XXI sem compreender a sua narrativa histórica, ou até mesmo enxergar a sua complexidade. Caso contrário, seria apenas mais uma “descoberta” científica para a *Biologia positivista*.

A este ponto crucial da tese, cabe a nós discutirmos sobre o potencial que a epistemologia na trajetória formativa que os professores tem, aliado aos paradigmas curriculares evidenciados, nas compreensões epistemológicas que os graduandos apresentam ao final do curso sobre o fenômeno vida.

Em suma, encontramos pontos de convergência entre a tríade currículo-graduandos-professores. As análises do currículo se respaldam pelos discursos de graduandos e professores; as concepções de graduandos referenciam saberes docentes de professores entrevistados; professores entrevistados são sujeitos solitários, os quais não estabelecem trocas entre pares para o cumprimento dos objetivos de formação proposto pelo PPCB. Sendo assim, o caso do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá tem promovido a formação de conceitos e definições sobre vida, mas não reconhece este fenômeno como seu objeto de estudo e tão o pouco o vê como conceito estruturante. Mas, isto não quer dizer que a vida não seja relevante. Para o currículo e os sujeitos entrevistados o fenômeno vida tem potencial de integrar as diversas áreas de estudo para que a formação seja holística de fato.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FARIAS, Carmen Roselaine de Oliveira. A natureza da ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências** – V16(3), pp. 473-488, 2011.
- ALMEIDA, Maria José. P. M. **Discursos da Ciência e da escola: Ideologias e leituras possíveis**. Campinas: Mercado de Letras, 2004.
- AQUINO, São Tomás. **Suma de teología**. Traduzido por: José Martorell Capó, 4ªed. Madrid: Biblioteca de autores cristianos, 2001.
- ARISTÓTELES. **Sobre a alma**. Traduzido por: Ana Maria Lóio. Lisboa: Biblioteca de Autores Clássicos, 2010.
- AZEVEDO, João Lúcio. “Botânica: uma ciência básica ou aplicada?” **Revist. Bras. de Bot.**, outubro de 1999: p.225-229.
- BARBERÁ, Oscar; SENDRA, Cristina. La Biología y El mundo del siglo XXI. In: Cañal, Pedro. **Biología y geología, complementos de formación disciplinar**. Barcelona: Graó, 1ª ed., 2011.
- BERNAL, John Desmond. **Ciência na história**. Traduzido por: António Neves Pedro. Lisboa: Livros Horizonte Ltda, 1975.
- Biologia. **Ciência & Educação**, 11(1): 33-39, 2005.
- BITTENCOURT DOS SANTOS, Wellington EL-HANI, Charbel Niño. A abordagem do pluralismo de processos e da evo-devo em livros didáticos de Biologia evolutiva e zoologia de vertebrados. Belo Horizonte: **Revista Ensaio**, v.15, n. 03, p. 199-216, set-dez, 2013.
- BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Resolução CNE/CP no 1, de 18 de fevereiro de 2002a.
- BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei no 9.394, de 20/12/1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer CNE/CES 1.301**, de 06 de novembro de 2001. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. Brasília, DF: D.O.U., 7 dez. 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES 7**, de 11 de março de 2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. Brasília, DF: D.O.U., 26 mar. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Parecer**

**CNE/CP 9**, de 08 de maio de 2001. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, DF: D.O.U., 18 jan. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Parecer CNE/CP 28**, de 02 de outubro de 2001. Dá nova redação ao Parecer CNE/CP 21/2001, que estabelece a duração e a carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, DF: D.O.U., 18 jan. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Resolução CNE/CP 1**, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, DF: D.O.U., 9 abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Resolução CNE/CP 2**, de 19 de fevereiro de 2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. Brasília, DF: D.O.U., 4 mar. 2002.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei no 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: D.O.U., 23 dez. 1996. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L9394.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

CAMPBELL, Marky K.; FARRELL, Shwan O. **Bioquímica combo**. 1º ed. Ed. Cengage Learning, 2008.

CAPRA, Frijot. **A Teia da Vida**. Tradução: Newton Roberval Eichenberg. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARNEIRO, M. H. S.; GASTAL, M. L. História e filosofia das ciências no ensino de CARVALHO, Eduardo Crevelário. **A controvérsia sobre geração espontânea entre Needham e Spallanzani: implicações para o ensino de Biologia**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Como Selecionar Conteúdos de Biologia para o Ensino Médio? Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011.

CARVALHO, Í. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Como Selecionar Conteúdos de Biologia para o Ensino Médio?. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 1, n. 1, 2011.

CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Padrões, processos e componentes sistêmicos no ensino médio de Biologia. In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC). Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação Ciências, 2014.

CHALMERS, Alan F. **O que é ciência, afinal?** Editora Brasiliense, 1993.

CORRÊA, André Luis MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Conceito de vida: uma proposta para o ensino de ciências na educação fundamental. **Anais do VII ENPEC**. 2009.

CORRÊA, André Luis; SILVA, Paloma Rodrigues; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de Biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 3, 2008, p.21-40.

COUTINHO, Francisco Ângelo, EL-HANI, Charbel Niño. e MORTIMER, Eduardo Fleury. Utilizando situações problemas para acessar a tomada de consciência do perfil conceitual: um estudo com a ontodefinição de vida. **Anais do V ENPEC**. 2005.

COUTINHO, Francisco Ângelo. **Construção de um perfil conceitual de vida** Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

CZERESNIA, Dina. **Categoria vida. Reflexões para uma nova Biologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2012.

DAHLBERG, Ingetraut. Teoria do conceito. **Ciência da informação**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, 1978, p. 101-107.

DAWKINS, Richard. **O gene egoísta**. Belo Horizonte: Editora Itatiaia EDUSP, 1979.

DELIZOICOV, Nadir Castilho; CARNEIRO, Maria Helena da Silva; DELIZOICOV, Demétrio. O movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o seu ensino. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 3, 2004. p. 443-460.

DOMINGUES, J. L. Anotações de Leitura dos Parâmetros Nacionais do Currículo de Ciências. In: **Os Currículos do Ensino Fundamental Para as Escolas Públicas Brasileiras**. São Paulo: Autores Associados, 1998, 193-200 p.

EL-HANI, Charbel Niño. Explicações causais do desenvolvimento: são os genes suficientes? **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, série 3, 7(1):121-167, 1997.

EL-HANI, Charbel Niño. Uma ciência da organização viva: Organicismo, emergentismo e ensino de Biologia, in: SILVA FILHO, W. J. **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Ed. Arcadia, 2002, pp. 199-244.

EMMECHE, Claus. & EL-HANI, Charbel Niño. Definindo vida, explicando emergência. **Série**

- Ciência e Memória**, No. 02/99 (CNPq, Observatório Nacional, Rio de Janeiro), 1999. Disponível em: {<http://www.nbi.dk/~emmeche/coPubl/99.DefVida.CE.EH.html>}. Acesso em: 08/08/2015.
- EMMECHE, Claus. & EL-HANI, Charbel Niño. Definindo vida. Em: EL-HANI, C. & EMMECHE, Claus. Defining life as a semiotic phenomenon. **Cybernetics & Human Knowing**, 1998.
- ETXEBERRIA A.; MORENO Á. La Idea de autonomia em biologia. Logos. **Anales del Seminario de Metafísica**, 40: 21-37, 2007.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário da língua portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Positivo, 2010.
- FERREIRA, M. S.; SELLES, S. E. Entrelaçamentos históricos das Ciências Biológicas com a disciplina escolar: Biologia: investigando a versão azul do BSCS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005, Bauru. Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação Ciências, 2005.
- FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2º ed., 2004.
- FREIRE, P. **A educação na cidade**. 2 a ed. São Paulo: Cortez, 1995.
- FREITAS, Mario. Distinção entre ser vivo e ser inanimado, uma evolução de estádios ou um problema de concepções alternativas? **Revista portuguesa de educação**, Minho, Portugal: 2 (1), 1989, p.33-51.
- FREZZATTI, Wilson Antônio. Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX. **Scientale Studia**. Vol. 1, n. 4, p.435-461, 2003.
- FUTUYMA, Douglas J. Evolução, Ciência e Sociedade. Edição exclusiva do 48o Congresso Nacional de Genética. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em: [http://www.sbg.org.br/ebook/Novo/ebook\\_evolucao.pdf](http://www.sbg.org.br/ebook/Novo/ebook_evolucao.pdf)
- GAGLIARDI, R. Los Conceptos Estructurales en el Aprendizaje por Investigación. Enseñanza de las Ciencias, v. 4, n. 1, p. 30-35, 1986.
- GAGLIARDI, R. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 30-35, 1986.
- GALEN. **Selected works**. Translation by Singer, P.N. Oxford World's Classics. Oxford University Press, 1997.
- GIL-PÉREZ, Daniel et al Para uma imagem não deformada da ciência. **Ciência e Educação**. v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

- GOULD, S. J. The structure of evolutionary theory. **Cambridge, MA: Harvard University Press, 2002.**
- GOULD, S. J. The structure of evolutionary theory. Cambridge: Harvard University Press, 2002.
- HARTMAN, Hyman. Vírus, evolução e origem da vida. In: EL-HANI, C. & VIDEIRA, A. A. P. **O que é vida? Para entender a Biologia do séc. XXI.** Rio de Janeiro: Editora FAPERJ, cap. 10, 2000.
- HENRY, Paul. Os fundamentos teóricos da “Análise automática do discurso” de Michel Pêcheux. In: GADET, F.; HAK, T **Por uma análise automática do discurso: Uma introdução à obra de Michel Pêcheux.** Campinas, São Paulo: Editora Pontes, 1993.
- HIDALGO, Maycon Raul; LORENCINI JUNIOR, Álvaro. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. **História da Ciência e Ensino.** Volume 14, pp. 19-38, 2016.
- HOFFMEYER, Jesper & EMMECHE, Claus. Code-duality and the semiotics of nature. in: Anderson e Merrel (orgs). **On semiotic modeling.** Berlin: Mouton de Gruyter, p. 117-166, 1991.
- HOKAYEM, H. e S. BOUJAOUDE. College student’s perceptions of the theory of evolution. **Journal of Research in Science Teaching,** 45, 4, 2008, 395- 419.
- HOKAYEM, H.; BOUJOUDE, S. College students' perceptions of the theory of evolution. **Journal of Research in Science Teaching,** New York, v. 45, n. 4, p. 395-419, 2008.
- JABLONKA, Eva; LAMB, Marion J. **Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida.** Traduzido por: Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
- JACOB, François. **A lógica da vida: uma história da hereditariedade.** Traduzido por Ângela Loureiro de Souza. Rio de Janeiro: Graal, 1983.
- JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Uma investigação com graduandos da licenciatura em Ciências Biológicas sobre a relação genótipo-fenótipo na perspectiva da epistemologia de Gaston Bachelard. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** Vol. 13, No 2, 179-200, 2014.
- KAWASAKI, Clarice Sumi.; EL-HANI, Charbel Niño. Uma análise das definições de vida encontradas em livros didáticos de Biologia do ensino médio. **Anais do VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.
- KOSHLAND, Daniel E. The seven pillars of life. **Science,** Vol 295, March 2002, p. 2215-2216.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino em Biologia.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

- LAGUILIO, J. R. ; CORAZZA, M. J. . O que é vida nos discursos dos professores pesquisadores das Ciências Biológicas. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia. **Anais X ENPEC**, 2015.
- LANGHI, Rodolfo. NARDI, Roberto. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 2, p. 75-92, 2005.
- LAUDAN, Larry. **El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico**. Madrir: Encuentro Ediciones, 1986.
- LEITE, Samuel de Castro Bellini-Leite. Representações prototípicas e o experimento de pensamento das terras gêmeas. **Kínesis**, Vol. V, n° 09, julho 2013, p. 158-166. Disponível em: [<https://www.marilia.unesp.br/Home/RevistasEletronicas/Kinesis/samuelleite.pdf>]. Acesso em: 23/04/2015.
- LEWONTIN, Richard Charles. Genes, ambiente e organismos. In: SILVERS, Robert. **Histórias esquecidas da ciência**. Traduzido por: Gilson César Cardoso de Sousa. São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- LOPES, A. C. Política de currículo: recontextualização e hibridismo. **Currículo sem Fronteiras**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 50-64, 2005.
- LOVELOCK, J. E. A Terra como um organismo vivo, in: WILSON, E.O. (org). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.
- LUISI, P.L., **The Emergence of Life: From Chemical Origins to Synthetic Biology**. Cambridge, University Press, 2007.
- MAIA, Hernani L. S., e Ilda V. R. DIAS. **Origem da vida: recentes contribuições para um modelo científico**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.
- MARGULIS, Lynn. & SAGAN, Dorion. **O que é vida?** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.
- MARTALO, Heitor J. A problemática do conhecimento. In: CARVALHO, Maria Cecília Maringoni **Construindo o saber: Metodologia científica**. São Paulo: Papirus, 2010.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. A história da ciência e o ensino de Biologia. **Ciência & Ensino**, n. 5, Dez, 1998.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Aristóteles e a geração espontânea. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, 2 (2), p. 213-237, 1990.
- MATOS, Santer Alvares; COSTA, Fábio Luis Bondezam; SILVA, Fábio Augusto Rodrigues; COUTINHO; Francisco Ângelo. Comparação de perfis conceituais de vida entre alunos de



escolas evangélicas e não-evangélicas do ensino Médio. **Anais do VI Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo, 2002.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.12, n. 3, p.164-214, 1995.

MATURANA, Humberto & VARELA, Francisco. **De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: La organización de los vivos**. Santiago del Chile: Editorial Universitaria, 5ed, 1998.

MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única**. São Paulo: Editora Schwarcz Ltda, 2005.

MAYR, Ernst. **Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2008.

MAYR, Ernst. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Editora Universidade de Brasília: Brasília, 1998.

MAZZOTTI, A. J. Usos e abusos dos estudos de caso. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 129, p. 637-651, set./dez. 2006.

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.

MEGLHIORATTI, F. A.; EL-HANI, C. N.; CALDEIRA, A. M. A. O conceito de organismo em uma abordagem hierárquica e sistêmica da Biologia. **Revista da Biologia**, 9 (2): 2012, p. 7-11.

MEGLHIORATTI, Fernanda A; ANDRADE, Mariana A. B. S.; BRANDO, Fernanda R.; CALDEIRA, Ana Maria A. A formação de pesquisadores em epistemologia da Biologia. In: MORTIMER, Eduardo F. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais do ENPEC**, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

MEYER, D. & EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da Biologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. **Evolução, o sentido da Biologia**. São Paulo: UNESP, 2005.

MURPHY, Gregory L. **The Big Book of Concepts**. Cambridge: The MIT Press, 2002.

MURPHY, M. P. & O'NEILL L. A. J. (org.) **O que é vida ? 50 anos depois: especulações sobre o futuro da Biologia**. Cambridge University Press, 1995. Traduzido por Laura Cardellini Barbosa de Oliveira, São Paulo: Editora UNESP, 1997.

NASCIMENTO de CARVALHO, NETO; EL-HANI, Charbel; NUNES-NETO, Nei de Freitas. Conteúdos conceituais: reduzindo e reestruturando o currículo de Biologia para o ensino médio.

**Anais** do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

NASCIMENTO, I.; EL-HANI, C. N.; NUNES-NETO, N. F. Conteúdos conceituais: reduzindo e reestruturando o currículo de Biologia para o ensino médio. **Anais do XI ENPEC**, Florianópolis, 2017.

NUNES, C. Memórias e Práticas na Construção Docente. In: SALES, S. E. & FERREIRA, M. S. **Formação Docente em Ciências: Memórias e Práticas**. Niterói: Eduff, 2003, p. 11-27.

OLEQUES, C. L.; BARTHOLOMEI-SANTOS, L. M. & BOER N. 2011. Evolução Biológica: percepções de professores de Biologia. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. V. 10, n. 2, 2011, p. 243-263.

OLEQUES, Luciane Carvalho; BARTHOLOMEI- SANTOS Marlise Ladvocat; BOER, Noemi. Evolução biológica: percepções de professores de Biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 10, No 2, 2011, 243-263.

PEIRCE, Charles Sander. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 1995.

PERETÓ, Juli. Controversies on the origino f life. **International Microbiology**, 8:23-31, 2005.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no ensino superior**. 2a ed. Coleção docência em formação. São Paulo: Cortez, 2005.

PIMENTA, S. G.; FRANCO, M. A. S. **Pesquisa em educação**. Possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação. V. 2. Ed: Loyola, SP, 2008.

PLATÃO. **As Leis**. Traduzido por: Edson Bini. São Paulo: Edipro, 1999.

POPPER, Karl. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Ed Pensamento Cultrix, 2008.

PORTO, P. R. A.; FALCÃO, E. B. M. Teorias da origem e evolução da vida: dilemas e desafios no ensino médio. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n.03, 2010, p.13-30.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. **A Biologia experimental de Lazzaro Spallanzani (1729-1799)**. Tese de doutorado, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RAMOS, Fernanda Peres. **O conceito de gene: paradigma ou incertezas para o século XXI?** Maringá: Manssoni, 2012.

RIVERO, Ana, e Ana María WAMBA. Naturaleza de la ciencia u construcción del conocimiento científico. La naturaleza de la ciencia como objetivo de enseñanza In: **CAÑAL, Pedro. Biología y geología de formación disciplinar**. Barcelona: Editorial Graó, 2011.

RODRIGUES, J. L. ; CORAZZA, M. J. . As abordagens do fenômeno vida nas produções acadêmicas no ensino de ciências e Biologia. In: vii encontro regional sul de ensino de Biologia, 2015, CRICIÚMA - SC. **ANAIS**, VII Encontro Regional Sul De Ensino De Biologia, 2015.

- RODRIGUES, J. L. ; CORAZZA, M. J. . Formações discursivas sobre o fenômeno da vida: conceitos polissêmicos. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)** , v. 12, p. 244-258, 2019.
- RODRIGUES, J. L. ; CORAZZA, M. J. Diálogo entre pesquisa e ensino: o intercâmbio entre a produção do conhecimento biológico e a prática docente. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)** , v. 9, p. 2649-2661, 2016.
- RODRIGUES, J. L. O conceito de vida: um diálogo com professores pesquisadores das Ciências Biológicas. **Dissertação de Mestrado** em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, 2016.
- RONAN, C. A. **História Ilustrada da Ciência: Universidade de Cambridge**. São Paulo: Círculo do Livro, 1º ed., 1987.
- ROSSI, A. S. Women in Science: Why so Few? Social and Psychological Influences Restrict Women's Choice and Pursuit of Carrers in Science, **Science** 148, 1965, pp. 1196-1202. Disponível em: {<http://science.sciencemag.org/content/148/3674/1196.short>}. Acesso em: 30/11/2015.
- SACRISTÁN, J. G. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3a edição. Ed: Artes Médicas, POA-RS, 1998.
- SALTHER, S. N. *Evolving Hierarchical Systems*. New York: Columbia University Press, 1985.
- SALTHER, S. N. *Evolving Hierarchical Systems*. New York: **Columbia University Press**, 1985.
- SANTOS, Cecília Helena Vechiatto. **História e filosofia da ciência nos Livros didáticos de Biologia do ensino médio: análise do conteúdo sobre a origem da vida**. Dissertação, Programa de pós-graduação em ensino de ciências e matemática da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.
- SANTOS, W. D. Carrying pieces of information in organocatalytic bytes: Semiopoiesis—A new theory of life and its origins. **BioSystems**, 164 p. 167–176, 2018.
- SANTOS, W. D. The entropic and symbolic components of information. **BioSystems**, 182 p. 17–20, 2019.
- SCHEINER, S. M. Toward a conceptual framework for biology. **The Quarterly Review of Biology**, v. 85, n. 3, 2010, , p. 293-318.
- SCHNEIDER, Eduarda Maria; JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; ANDRADE, Mariana A. Bologna Soares de; OLIVEIRA, Thais Benetti de; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior. **Investigações em Ensino de**

**Ciências**, V16(2), pp. 201-222, 2011.

SCHRÖDINGER, Erwin. **O que é vida? O aspecto físico da célula viva**. New York: Cambridge University Press, 1946; Tradução: Jesus de Paula Assis e Vera Yukie Kuwajima de Paula Assis. São Paulo: Editora UNESP, 1997.

SILVA, A. F. G.; URSO, M. V. G. A prática curricular crítica na formação inicial do docente em ciências biológicas – ufscar / Sorocaba. **Anais do VII ENPEC**. 2009.

SILVA, Paloma Rodrigues, ANDRADE, Maria. A. Bologna Soares, CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. A concepção de professores de Biologia sobre o conceito de vida. **Anais do V ENPEC**. 2009.

SILVER, Brian L. **A escalada da Ciência**. Tradução de Arno Blass. Florianópolis: Ed UFSC, 2003.

SINGER, Charles. **Uma breve história da anatomia e fisiologia desde os gregos até Harvey**. Campinas: Ed. da Unicamp, 1996.

SMOCOVITIS, Vassilyki Betty. Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology. **Journal of the History of Biology**, Vol. 25, No. 1 Spring, 1992, pp. 1-65. Disponível em: {<http://www.jstor.org/stable/4331201>}. Acesso em: 11/05/2014.

SOUZA, M. L.; FREITAS, D. Os Conteúdos Seleccionados Pelos Professores De Biologia Para A Construção Do Currículo Escolar. In: 24a Reunião Anual da ANPEd (Associação Nacional de Pósgraduação e Pesquisa em Educação), Caxambu - MG, 2001.

SPINELLI, Miguel. **Bacon, Galileu e Descartes. O renascimento da filosofia grega**. São Paulo: Loyola, 2013.

STAKE. R. E. Case studies. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (ed.) **Handbook of qualitative research**. London: Sage, 2000. p. 435-454.

STAKE. R. E. The Case study method in social inquiry. **Educational Researcher**, v.7, n.2, p.5-8, 1978.

STERNBERG, Robert J. **Psicologia Cognitiva**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

TERRERI, Leticia; FERREIRA, Marcia Serra. Políticas curriculares para a formação de professores: sentidos de teoria e prática nas Ciências Biológicas. **R. Educ. Públ.** Cuiabá, v. 22, n. 51, p. 999-1020, set./dez. 2013.

TOBALDINI, Bárbara Grace; CASTRO, Luciana Paula Vieira de; JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. Aspectos sobre a natureza da ciência apresentados por alunos e professores de licenciatura em Ciências Biológicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** Vol 10, No 3, 457-480, 2011.

VIDEIRA, Antônio Augusto Passos. **O que é vida? Para entender a Biologia do séc. XXI**.

Rio de Janeiro: Editora FAPERJ, cap. 2, 2000.

VIDEIRA, Antônio Augusto Passos. Para que servem as definições? In: VIDEIRA, A. A. P..

**O que é vida? Para entender a Biologia do séc. XXI.** Rio de Janeiro: FAPERJ, cap. 1, 2000.

YOUNG, M. Superando a crise na teoria do currículo: uma abordagem baseada no conhecimento. Cadernos CENPEC, v. 3, n. 2, p. 225-250, 2013.

ZAIA, Dimas A. M. Da geração espontânea à química prebiótica. **Química Nova**, v.26, n. 2, p. 260-264, 2003. Disponível em: {<http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n2/14999.pdf>}. Acesso em: 24 ago. 2015.

GALANTE, D. et al. **AstroBiologia:** uma ciência emergente. Livro eletrônico. Núcleo de Pesquisa em AstroBiologia. São Paulo: Tikinet Edição: IAG/USP, 2016. Disponível em: {<http://tikinet.kinghost.net/astroBiologia.pdf>}. Acesso em: jan/2020.

## APÊNDICE I

### Caracterização dos graduandos investigados

Idade: \_\_\_\_\_ Gênero: \_\_\_\_\_

#### Formação:

Graduação em Ciências Biológicas:

( ) Licenciatura. Período: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_  
Município: \_\_\_\_\_

( ) Bacharelado Período: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_  
Município: \_\_\_\_\_

Já cursou alguma outra graduação em período anterior?

( ) Não.

( ) Sim. Qual? \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_  
Município: \_\_\_\_\_

Já fez ou está cursando alguma especialização/pós-graduação?

( ) Não.

( ) Sim. Qual(ais)? \_\_\_\_\_  
Instituição(es) \_\_\_\_\_  
Município: \_\_\_\_\_

#### Experiência profissional

Já atuou na área de licenciatura?

( ) Não.

( ) Sim. Função: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_  
Município: \_\_\_\_\_

Tem pretensão em atuar na licenciatura?

( ) Não.

( ) Sim. Qual nível? ( ) Educação básica ( ) Ensino Superior

#### Motivação

O que motivou a escolha da graduação em Ciências Biológicas?

O que motivou a escolha da habilitação licenciatura?

## APÊNDICE II

### **Questionário semiestruturado sobre a epistemologia da Biologia aplicado aos graduandos do último ano do curso de Ciências Biológicas integral/noturno**

1. O que é a Biologia? Descreva elementos que a caracterizam.
2. Por que a Biologia pode ser considerada também uma ciência?
3. Quando a Biologia surgiu como ciência? Que características ela apresentava como tal?
4. A Biologia se difere de outras ciências? Em caso de resposta afirmativa, em quais aspectos ela se difere? Da mesma forma, justifique no caso de resposta negativa (não se difere porque ...)
5. Podemos considerar a Biologia uma ciência autônoma? Por quê?
6. Dizer que uma ciência tem autonomia, significa afirmar que ela é independente? Discuta.
7. A Biologia apresenta diversos campos de estudo. Esses campos dialogam entre si?
8. O que seria para você uma Biologia unificada?

## APÊNDICE III

### **Questionário semiestruturado sobre o objeto de estudo da Biologia aplicado aos graduandos do último ano do curso de Ciências Biológicas integral/noturno**

1. Alguns professores do curso de Ciências Biológicas já discutiram sobre o objeto de estudo da Biologia? Em quais momentos? Como foi caracterizado esse objeto de estudo? Descreva como foi ou foram esses episódios.
2. Considerando o que você tem estudado no curso de Ciências Biológicas, como você conceitua:  
“O que é um organismo”  
“O que é um ser vivo”  
“O que é vida”
3. Em relação às suas respostas anteriores, reflita e discuta sobre como você caracteriza os vírus, um cadáver e um galho caído de uma árvore, em comparativo a um pássaro voando.
4. Se a Biologia estuda a vida e atualmente muitos professores, pesquisadores e estudantes da área tem dificuldade e/ou não sabem responder o que é, será que esta ciência tem desenvolvido estudos para se chegar a um conceito e definição sobre este fenômeno? Justifique.
5. Na sua percepção, quais são os problemas que a Biologia tem se preocupado em buscar respostas para explicar o fenômeno da vida?



## APÊNDICE IV

### **TRANSCRIÇÕES DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS E ENTREVISTAS**

\* Por motivos ecológicos, optamos pelo envio dessas transcrições via PDF em arquivo eletrônico para reduzir a grande quantidade de papel para a impressão desta tese.

## APÊNDICE V

### **Questionário semiestruturado sobre o objeto de estudo da Biologia aplicado aos professores pesquisadores do curso de Ciências Biológicas integral/noturno**

1- Tem se discutido sobre o que é a vida, de modo que até aqui na universidade eu ouvi professores e alunos dizerem que não se tem uma definição. Todavia, discute-se também que a Biologia já construiu conhecimentos nos diversos campos de pesquisa, suficientes para se pensar em conceitos sobre este fenômeno.

Você concorda ou discorda disso? Gostaria que você argumentasse.

1.b Que temas você considera que podem ou possam ter conceitos abrangentes para a explicação sobre o que é vida? Ou que caracterize este fenômeno nos seres que tem vida...

2- Pensando na sua área de atuação, que conhecimentos, conceitos, ou explicações de fenômenos você utilizaria para conduzir uma discussão em sua sala sobre o que é vida?

3 – Você já fez isso? Teve algum momento que houve essas discussões ou outro momento que usou para discutir o que é vida?

Considerando o a Biologia dispõe de conhecimentos atualmente, comente um pouco sobre.

(SE JÁ DISCUTIU) 3.a Já que você discutiu sobre este assunto, ao refletir para o próximo ano, você mudaria alguma coisa nessas discussões? Como você faria?

(SE NÃO DISCUTIU) 3.b se não tenha feito, você acha que essas discussões seriam interessantes e necessárias para as disciplinas que você conduz? Comente um pouco.

4- Alguns biólogos defendem a necessidade disso. Gostaria que você argumentasse ou contra-argumentasse sobre a necessidade de se discutir sobre o que é vida no processo de formação de biólogos.

4.a E na formação de professores de Biologia?

5- Você considera que o PPCB possibilita uma articulação entre as componentes curriculares de modo que ao final do curso o estudante possa construir formas de pensamento holísticas ou pensamento sistêmico que o levem a pensar sobre o fenômeno vida para além do ciclo vital?

5.b Em outras palavras, para você, o curso tem formado professores com capacidades de utilizar a vida como conceito estruturante (ou integrador de demais conceitos) para trabalhar Biologia no ensino médio?

6- Para que possamos definir o que é uma matéria viva, quais conceitos você acha que deveriam aparecer no programa da sua disciplina para propiciar a elaboração de conceitos e definições sobre vida, para além daqueles considerados?

7- Você aceitaria um convite para organizar uma discussão sobre a vida em sua disciplina?

## APÊNDICE VI

### Transcrição das entrevistas semiestruturadas com professores pesquisadores

<p>Tem se discutido sobre o que é a vida, de modo que até aqui na universidade eu ouvi professores e alunos dizerem que não se tem uma definição. Todavia, discute-se também que a Biologia já construiu conhecimentos nos diversos campos de pesquisa, suficientes para se pensar em conceitos sobre este fenômeno. Você concorda ou discorda disso? Gostaria que você argumentasse</p>	<p>BQ: Claro. Embora eu ache que não seja um problema da Biologia definir o que é vida. A definição da própria Biologia... eu diria que é um problema talvez da bioquímica que está mais no âmbito da química e da física. A minha visão da vida é que você tem vortex, estruturas de chama que estão instáveis e fora de equilíbrio.</p> <p>EPC: Não, eu creio que não. Eu mesmo aqui como docente digo que raramente eu penso sobre essa questão, o que é vida em uma perspectiva mais ampla. Então falta para nós biólogos, eu me incluo nisso, porque pode ficar claro quando as questões são nítidas, mas existe um campo nebuloso para tentar definir o que é vida. Em parte, porque nós temos uma formação e atuação bastante fragmentada. A ciência caminhou para uma especialização que de tal forma que mal conseguimos sair de nosso campo hiperespecializado. Porque quando se trata de vida se extrapola até mesmo o campo da Biologia.</p>
<p>Que temas você considera que podem ou possam ter conceitos abrangentes para a explicação sobre o que é vida?</p>	<p>BQ: Eu poderia dizer que o primeiro grande avanço para responder o que é vida foi descobrir a que classe de fenômeno ela pertence? Ela não pertence a mesma classe de fenômenos de uma pedra, mas pertence ao mesmo de uma estrela. Que tem toda sua dinâmica baseada na liberação de uma energia potencial. Isso não é da área da Biologia, isso são estruturas dissipativas, que é da física. Mas, a estrutura dissipativa de um ser vivo é química. Quando eu percebi isso eu vi que precisava diferenciar o que acontece nos seres vivos. Nos seres vivos o que acontece é a produção de um catalizador que reduz a energia de ativação, como no caso das enzimas. Então, o que é específico dos seres vivos é a informação pois essas moléculas são específicas em suas reações de catálise, por exemplo. O ser vivo fornece e produz molécula específica que produzem outras moléculas específicas que se retroalimentam e, aí entra o conceito de informação. Que embora tenha vindo da área da engenharia a informação ela tem um poder sobre a vida... olha a evolução. Algumas informações são mais favoráveis do que outras, que vão sendo selecionadas e vão sendo passadas as gerações seguintes. As estruturas dissipativas tem capacidade de definir os seres vivos por meio da informação.</p> <p>EPC: Eu creio que ao menos todas as disciplinas teriam sua contribuição para compreensão da vida, desde a Biologia celular; as sistemáticas em exemplos extremos como os vírus; e nas disciplinas voltadas mais aos seres humanos, onde se tem questões profundas. E isso envolve questões: por que a eutanásia é proibida em países? O que que é vida e o que não é? Onde ela começa e termina?</p>
<p>Pensando na sua área de atuação, que conhecimentos, conceitos, ou explicações de fenômenos você utilizaria para conduzir uma discussão em sua sala sobre o que é vida?</p>	<p>BQ: Sim, sem o conceito de evolução que é estritamente biológico não seria possível pensar no que é vida. A Biologia entra com uma contribuição epistemológica para definir esse fenômeno polissêmico, que precisa da física e da química para isso. [...] é importante que eles tenham uma noção de que é possível definir o que é vida, para conhecer um pouco da bioquímica, para conhecer as estruturas dissipativas, para ter uma visão mais holística do funcionamento da célula do ponto de vista evolutivo, dinâmico, químico, e em seu contexto metabólico. Em vez de já chegar e aprofundar no assunto da química, que é meu assunto.</p> <p>EPC: Eu não consigo pensar em nenhum em princípio. Discute-se muito pouco essa questão na ecologia. Os trabalhos na ecologia são</p>

	<p>muito pragmáticos. Tudo que se pega é vida, e discute os fatores de diversidade. Então isso fica para as outras áreas. Talvez isso pudesse ser mais empregado pelos ecólogos que trabalham em situações extremas, como aqueles que caracterizam as bactérias. De imediato eu não vejo nenhuma forma na disciplina que eu ministro nos conteúdos que vão muito além de organismo. Mas se eu conseguisse ver algum elo, eu poderia sim. Eu trabalho em Biologia e nunca pensei em questões assim, por isso que a sua pergunta é muito interessante e me faz refletir sobre isso.</p>
<p>Você já fez isso? Teve algum momento que houve essas discussões ou outro momento que usou para discutir o que é vida?</p>	<p>BQ: Eu faço isso! Eu já elaborei palestras sobre o que é vida e sempre início o ano letivo quando vou dar aula de bioquímica, quando vou falar o que é bio eu explico sobre o que é vida. A minha organização dessa aula é feita com a ideia de convencer os alunos da evolução, porque ao longo da nossa formação vamos sendo conduzidos a acreditar em certos conceitos sem saber o porque. Então para que eles saibam defender os conceitos que ele usa eu começo explicando os argumentos, até para que os alunos possam saber o que é fake News, por exemplo. Ou até como eu vou curar uma planta se não vou saber o que é o conceito de evolução para poder entender o porque da cura ou da doença.</p> <p>Como eu tenho essa linha de estudo eu uso esse conhecimento para tentar motivar eles também pela curiosidade de querer entender a evolução e o que é vida.</p> <p>EPC: Não.</p>
<p>Já que você discutiu sobre este assunto, ao refletir para o próximo ano, você mudaria alguma coisa nessas discussões? Como você faria?</p>	<p>BQ: quando estudei Biologia no segundo grau, começava com a célula e ia complexando para chegar no ecossistema no 3º ano. E eu achei essa abordagem completamente erra porque achava muito difícil sem ter nenhum conceito de Biologia ter que imaginar os subsistemas celulares, que nem conseguíamos ver no microscópio, somente com desenhos e esquemas. Então, eu achei a abordagem Paulo Freire mais correta a partir pelo que se já conhece, o ambiente para depois ir para o abstrato a gente pode tornar mais interessante esse estudo para o aluno.</p>
<p>Caso não tenha feito, você acha que essas discussões seriam interessantes e necessárias para as disciplinas que você conduz? Comente um pouco.</p>	<p>EPC: Sim, com toda certeza. Essa pergunta até me faz refletir sobre como eu poderia fazer isso. No momento não me ocorre um tópico específico, mas daria para eu pensar em uma maneira de conseguir inserir isso em minhas aulas.</p>
<p>Alguns biólogos defendem a necessidade disso. Gostaria que você argumentasse ou contra-argumentasse sobre a necessidade de se discutir sobre o que é vida no processo de formação de biólogos.</p>	<p>BQ: Eu quando decidi fazer Biologia eu tinha tido más experiências com a Biologia, eu nunca tive professores que me fizessem gostar a Biologia. E quando fui para o curso de Biologia eu percebi que isso só não é conhecimento como também não é abordado. As pessoas não conhecem o que é autopoiese, que é da década de 70. Pois não era conhecida por nenhum dos professores do curso e provavelmente não seja conhecida pelos professores do curso da pós-graduação. Tentar entender e definir o que é vida, simplesmente não faz parte do curso de Biologia. Apesar de nossa ignorância, é importante falar! O curso de Biologia tem que abordar o aspecto essencial do seu objeto de trabalho.</p> <p>EPC: Discutir vida é necessário para responder questões profundas como as que eu citei, além disso para promover uma formação interdisciplinar dentro de Biologia. Eu penso na Universidade como uma formação muito mais ampla, não apenas de integrar conhecimentos da Biologia, mas de outras ciências. Porém essa formação fragmentada resulta em alunos que saem daqui sem saber aplicar os conhecimentos, incluindo o de vida.</p>

<p>E na formação de professores de Biologia?</p>	<p>BQ: Eu acho que é um grande desperdício de oportunidade de gerar motivação. Porque o mistério é o grande motivador do nosso cérebro. Qualquer criança que vê um objeto que não conhece quer por a mão e o por a mão é querer entender. Então, quando você chega a uma criança ou adolescente e falar para ele que você vai construir isso aqui agora, e você gera uma expectativa de trabalho, o que torna desinteressante. Mas se você der o tom de mistério, você vai envolver a criança, ela vai querer fazer parte disso e é isso que a gente tem que fazer. Nem todo mundo vai estar interessado sobre os aspectos do mundo, mas se eu conseguir entregar para eles uma motivação de que é interessantíssimo como sabia que existem que tem organismos endofíticos que usam nitrogênio que assimilam para a planta. Então, a planta não é só uma planta, ela é uma entidade. Porque se a vaca não for capaz de comer grama, não é vaca, e se ela não tiver micro-organismos que a digerem ela não existe. Então, você cria uma motivação e aí você não ensina, porque a pessoa busca a informação. Então você não ensina quem não quer aprender, falar sobre a origem da vida, o que é como surge, se a gente vai conseguir construir uma vida no futuro, como seria a engenharia ontogênica desses organismos, quais são os sinais que eles precisam trocar, acho que seria uma forma muito interessante de você abordar a Biologia para trazer para o campo das definições do que é vida. Seria uma forma muito interessante você abordar na Biologia mistérios para trabalhar essas questões holísticas.</p> <p>EPC: Não resta dúvida que é importante, mas como dentro da Biologia é fragmentado, eu fico pensando como que os alunos saem da faculdade para a atuação... muitas vezes eles saem sem saber aplicar os conceitos, como o de conservação, por exemplo que tem alunos meus que contestam os efeitos antrópicos sobre a biodiversidade.</p>
<p>Você considera que o PPCB possibilita uma articulação entre as componentes curriculares de modo que ao final do curso o estudante possa construir formas de pensamento holísticas ou pensamento sistêmico que o levem a pensar sobre o fenômeno vida para além do ciclo vital?</p>	<p>BQ: Eu acabo sendo um cara que orienta estudantes na unha do elefante, eu não conheço muito a grade curricular para poder fazer uma crítica. Mas eu acho que sim... a Margulis fala muito em seu livro sobre o que é vida, a endossimbiose, que a vida é tudo isso! O que eu estou tentando buscar não é toda a maravilha do que é vida, eu estou tentando descobrir a essência do fenômeno vital. Mas, Gaia e vida, todo o planeta é vivo, o ecossistema não é apenas um fractal da vida de uma célula. O curso de Biologia, no geral, ele oferece sim, porque temos professores na área de ecologia que estão fazendo pesquisas que vão dar essa noção do todo, de quais são os componentes, você também tem a Biologia celular para entender os mecanismos de organização. Então o aluno sai da graduação com uma visão mais holística. Mas o que está faltando é falar mais sobre a teoria do que é vida, o que define ou distingue os seres vivos de outros, para construir sua paisagem de elementos, onde ela se insere e como ela se organiza.</p> <p>EPC: Não, eu acho que as disciplinas são dadas de formas estanques, de tal forma que dificilmente consegue se relacionar as coisas. Tentou-se em algum momento através de disciplinas integradoras como a de Organização dos seres vivos, acredito que ela faça essa abrangência. Ela é a única e essa é uma disciplina que tem essa potencialidade de fornecer essa visão integradora. Muitos alunos falam pra mim que a ecologia dá essa integração e que ela deveria ser dada no começo do ano. Mas isso é restrito dentro da Biologia ao ponto que a gente não trabalha o que é vida. Então se os alunos acham que a ecologia integra, então estamos mal, eu fico imaginando nas outras. Porque a ecologia naturalmente abrange</p>

	diversas áreas mas da forma como está hoje eu não acho ela integrante.
Em outras palavras, para você, o curso tem formado professores com capacidades de utilizar a vida como conceito estruturante (ou integrador de demais conceitos) para trabalhar Biologia no ensino médio?	<p>BQ: Os seres vivos sim, a vida não. O que eu encontrei o que eu fui procurar o que é vida é o que são seres vivos, como eles são organizados. Está faltando o que é vida, está faltando apontar o nicho da vida no Universo. Como que ele se enquadra.</p> <p>EPC: Se dentro da Biologia já é fragmentado, eu fico pensando como que os alunos saem da faculdade para a atuação... eu penso na Universidade como uma formação muito mais ampla, não apenas de integrar conhecimentos da Biologia, mas de outras ciências. Porém essa formação fragmentada resulta em alunos que saem daqui sem saber aplicar os conhecimentos, incluindo o de vida. É como se a vida fosse um currículo oculto, pois quando estamos estudando no curso a vida é uma questão periférica e parece que o que menos tem sido feito é o estudo dela. Eu não sei como a vida poderia ser, mas certamente ela poderia ser um conceito estruturante junto com a evolução que é a espinha dorsal da Biologia, nada na Biologia tem sentido senão à luz da evolução. Colocar junto com a evolução o conceito de vida de forma mais ampla para promover a interdisciplinaridade.</p>
Para que possamos definir o que é uma matéria viva, quais conceitos você acha que deveriam aparecer no programa da sua disciplina para propiciar a elaboração de conceitos e definições sobre vida, para além daqueles considerados?	<p>BQ: Eu acho que principalmente a complexidade, a vida é importante por causa da complexidade que ela pode gerar. Se eu construísse um sistema autopoietico que consegue se autogerar mas que não transmitisse informação, ele não conseguiria evoluir. Então a evolução é um aspecto elementar. Nada faz sentido na Biologia senão a luz da evolução. Tem vários sistemas em que a vida pode se enquadrar: sistemas em equilíbrio, em desequilíbrio, como se organiza... e quanto a vida impacta o planeta? Quanto a vida impacta na existência da vida e do universo? Muito! A vida é importante porque ela consegue evoluir. Depois eu acho importante o conceito de informação, e eu vejo que muitos professores usam o conceito de informação genética como uma metáfora, porque ninguém sabia definir o que é informação. Como esse 0/1 se converte em AC/TG? Definir informação para se entender o conceito é essencial para entender a evolução. E eu acrescentaria o estudo de estruturas dissipativas.</p> <p>EPC: Conceitos básicos primeiramente evolução, segundo organização, são os dois principais. A vida é fuga de desordem, somos uma luta constante para manter uma organização e isso vale até para os vírus. Isso é o que diferencia os seres vivos de uma chama, por exemplo. Além disso a capacidade de replicação, mas a evolução já engloba isso, porque se não tiver genética e reprodução não tem evolução.</p>
Você aceitaria um convite para organizar uma discussão sobre a vida em sua disciplina?	<p>BQ: Claro!</p> <p>EPC: Sim, claro!</p>