

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

JÉSSICA LAGUILIO RODRIGUES

**O CONCEITO DE VIDA: UM DIÁLOGO COM PROFESSORES
PESQUISADORES DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MARINGÁ – PR
2016**

JÉSSICA LAGUILIO RODRIGUES

**O CONCEITO DE VIDA: UM DIÁLOGO COM PROFESSORES
PESQUISADORES DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Dissertação 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 Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Júlia Corazza

**MARINGÁ – PR
2016**

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

R696c

Rodrigues, Jéssica Laguilio
O conceito de vida: um diálogo com professores
pesquisadores das ciências biológicas / Jéssica
Laguilio Rodrigues -- Maringá, 2016.
127 f. : il., color., tabs., figs., quadros.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maria Júlia Corazza.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-
Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática,
2016.

1. Epistemologia da biologia. 2. Fenômeno da
vida. 3. Análise de discurso. 4. Ensino superior. 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 21.ed. 570.7

AHS-002865

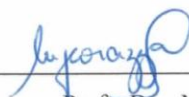
JÉSSICA LAGUILIO RODRIGUES

O conceito de vida: *um diálogo com professores*

pesquisadores das Ciências Biológicas

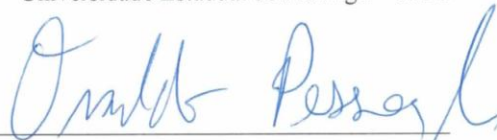
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em *Ensino de Ciências e Matemática*.

BANCA EXAMINADORA



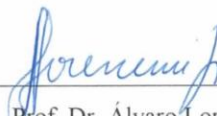
Prof.ª Dra. Maria Júlia Corazza

Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dr. Osvaldo Frota Pessoa Júnior

Universidade de São Paulo – USP



Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior

Universidade Estadual de Londrina – UEL

Maringá, 23 de Fevereiro de 2016.

Jéssica Laguilio Rodrigues

O CONCEITO DE VIDA: UM DIÁLOGO COM PROFESSORES PESQUISADORES DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Resumo

A biologia, uma das amplas áreas do conhecimento científico, tem empreendido esforços em seu percurso histórico para buscar a compreensão do fenômeno da vida. Como essa ciência tem sido construída por meio de estudos realizados em diferentes contextos, orientados por distintas situações-problema, contempla pensamentos diversificados sobre o seu objeto de estudo - a vida. Considerando que essa pluralidade de conhecimentos biológicos acerca dos fenômenos vitais se faz presente na formação de professores e pesquisadores, buscamos por meio desta pesquisa qualitativa compreender como esses profissionais, de diferentes áreas das ciências biológicas, atuantes em uma Instituição de Ensino Superior (IES) da região Noroeste do Paraná, utilizam seus conhecimentos ao elaborar um conceito e/ou definição de vida. Este estudo abrangeu uma amostra de treze profissionais do centro de Ciências Biológicas da IES contemplado a genética, a botânica, a bioquímica, a biologia celular, a evolução, a ecologia e a fisiologia. Os discursos dos professores pesquisadores, participantes da pesquisa, foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas, as quais foram gravadas, transcritas e, posteriormente, tratadas pela análise de discurso (AD) da linha francesa. Ao seguirmos os pressupostos teóricos descritos por Orlandi (2001), pudemos extrair elementos discursivos dos sujeitos pesquisados, que foram alocados em blocos analíticos para facilitar as interpretações e produções de sentidos. Dessa forma, a AD foi utilizada como método auxiliador na interpretação dos significados produzidos nos diálogos dos sujeitos entrevistados, uma vez que esta estratégia nos permitiu revelar o pensamento oriundo das entrelinhas do discurso. Os dados demonstram que esses professores pesquisadores apresentaram dificuldades em responder o que é vida, mas, quando instigados à reflexão, por meio de questões norteadoras, revelaram elementos em seus discursos que indicam conhecimentos referentes à área de atuação, bem como a potencialidade de organizar um pensamento conceitual, que lhes permite chegar ora a uma definição prototípica sobre a vida, ora a uma lista de propriedades que reiteram a vida enquanto processo, sendo essas concepções próximas de correntes de pensamento que compõem a epistemologia da biologia.

Palavras-chave: epistemologia da biologia; fenômeno da vida; análise de discurso; ensino superior.

Jéssica Laguilio Rodrigues

**THE CONCEPT OF LIFE: A DIALOGUE WITH TEACHERS-
RESEARCHERS OF BIOLOGICAL SCIENCES**

Abstract

Biology, one of the broad areas of scientific knowledge, has made efforts in its historical journey to seek the understanding of the phenomenon of life. As this science has been built through studies in different contexts, guided by different problem situations, it includes diverse thoughts about its subject matter - life. Whereas this plurality of biological knowledge about the vital phenomena is present in the training of teachers and researchers, we seek through this qualitative research to understand how these professionals from different fields of life sciences, acting on a Higher Education Institution (HEI) of the Northwest the state of Paraná, use their expertise to develop a concept and / or definition of life. This study covered a sample of thirteen professionals from the center of Biological Sciences of a HEI, which were chosen according to the sub-area of biology in which they worked such as genetics, botany, biochemistry, cell biology, evolution, ecology and physiology. In this study we present the speeches of these teacher-researchers, which were obtained with semi-structured interviews, which were recorded and transcribed. The data were analyzed by discourse analysis (AD) of the French line. As we follow the theoretical assumptions described by Orlandi (2001), we can extract elements of the discourse of the subjects surveyed, which were allocated in blocks to facilitate analytical interpretations and meaning productions. Thus, the AD was used as an auxiliary method to interpret the meanings in the dialogues of the interviewed subjects, since this strategy has allowed us to extract the thoughts between the lines of the discourse. The data demonstrate that these teacher-researchers had difficulties in answering what is life, but when urged to reflect, through guiding questions, revealed elements in their speeches that indicate knowledge regarding their area of operation, as well as the capability to organize a conceptual thinking, which allows them to reach either a prototypical definition of life, or a list of properties that reiterate life as a process, arriving at conceptions close to currents of thought in the epistemology of biology.

Key-words: epistemology of biology; phenomena of life; discourse analysis; higher education.

LISTA DE ABREVIATURAS

AD – Análise de discurso

BA – blocos analíticos

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

COPEP – Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

I – Investigador

AV – Professor/pesquisador de anatomia vegetal

BC – Professor/pesquisador de biologia celular

BQ – Professor/pesquisador de bioquímica

EC – Professor/pesquisador de ecologia

EV – Professor/pesquisador de evolução

FV – Professor/pesquisador de fisiologia vegetal

GN – Professor/pesquisador de genética

GN/EV – Professor/pesquisador de genética e evolução

SV – Professor/pesquisador de sistemática vegetal

TCLE – Termo de consentimento e livre esclarecimento

UXX – Universidade Estadual X, instituição contemplada pela pesquisa

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 Origem dos três pneumas, segundo Galeno.</i>	18
<i>Figura 2 Gameta contendo a matéria pré-formada, o animáculo. Homunculus de Hartsoeker</i>	24
<i>Figura 3 Máquina autopoietica</i>	39

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 01 Objeto de pesquisa e sujeitos envolvidos</i>	43
<i>Quadro 02 Conclusões das pesquisas sobre o fenômeno da vida no ensino</i>	46
<i>Quadro 03 Blocos analíticos e suas respectivas questões da entrevista semiestruturada</i>	58
<i>Quadro 04 Síntese do primeiro bloco analítico</i>	61
<i>Quadro 05 Síntese do segundo bloco analítico</i>	64
<i>Quadro 06 Síntese do terceiro bloco analítico</i>	67
<i>Quadro 7 Síntese do quarto bloco analítico</i>	80
<i>Quadro 8 Síntese do quinto bloco analítico</i>	87
<i>Quadro 9 Síntese do sexto bloco analítico</i>	94

SUMÁRIO

<i>Por que pesquisar conceitos e definições sobre a vida?</i>	<i>ix</i>
INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO I - Concepções de vida perante aspectos históricos, filosóficos, científicos e acadêmicos	15
1.1 Construções históricas e epistemológicas da biologia sobre o fenômeno da vida	15
1.2 Como a ciência define a vida?	26
1.3 A concepção de vida no ensino de ciências e biologia	42
CAPÍTULO II - O que o dizer permite significar	48
2.1 Sobre a Análise de Discurso da linha francesa na pesquisa qualitativa	48
2.2 Como o discurso é formado?	49
2.3 Quais são os elementos do discurso?	50
CAPÍTULO III - O discurso de professores pesquisadores das Ciências Biológicas	54
3.1 As condições da produção do discurso de professores e pesquisadores sobre o fenômeno da vida	54
3.2 Caminhos metodológicos	55
3.3 Como o discurso é analisado?	56
3.4 Analisando os dizeres: interpretações para a produção de significados	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
APÊNDICE I – Primeiro roteiro da entrevista semiestruturada	123
APÊNDICE II – Roteiro do piloto	124
APÊNDICE III – Roteiro de entrevista semiestruturada definitivo	126

APRESENTAÇÃO

Por que pesquisar conceitos e definições sobre a vida?

Escrever sobre o contexto que proporcionou o desenvolvimento desta pesquisa, é uma tarefa um tanto complexa e nos faz gastar consideráveis quantidades de energia. Imagine só o que seria do planeta Terra sem a camada de vida que nele existe? Talvez em uma resposta rápida, sem tantos gastos energéticos, podemos dizer que consistiria em algo parecido como uma esfera rochosa, cuja aparência seria no mínimo estranha e diferente da qual estamos acostumados a ver hoje. Mas, ainda que essa aparência pudesse ser algo remoto do que atualmente conhecemos, seria essa uma inferência vaga, considerando que nós não estaríamos aqui para defini-la ou sequer pensá-la. Será que ela existiria então?

Como o fenômeno da vida existe – e ele faz parte do contexto deste trabalho –, em um plano imaginário e externo, somos capazes de imaginá-lo abraçar o planeta Terra, por meio da camada que conhecemos e chamamos de biosfera. E desde os primórdios da racionalidade do ser humano, nos questionamos incessantemente sobre esse fenômeno, simplesmente por ser algo intrínseco à nossa realidade, que caminha junto a nós durante o longo percurso de nossa história. Afinal, todos nós passamos por um ciclo que compreende o nascimento, o crescimento, o desenvolvimento, a produção de descendência e, por fim, a morte – sem nos darmos conta, muitas vezes, do que nos faz sermos diferentes de uma esfera estritamente rochosa.

Hoje, se temos conhecimento científico sistematizado em relação ao que é a vida, isso se deve à construção incessante que os contextos históricos e culturais proporcionaram às “cabeças pensantes” das ciências naturais, no discorrer de suas sínteses, na formulação de teorias e enunciados sobre esse fenômeno, que puderam de tempo em tempo resolver quebra-cabeças, também formar e quebrar paradigmas. É com a intenção de explorar parte dessas sistematizações e com a motivação do desafio e da complexidade da compreensão do fenômeno da vida, o qual assume o objeto de estudo da biologia, ciência que estuda a vida nos seres vivos, esta dissertação traz ao leitor aspectos históricos e filosóficos que fundamentam as reflexões sobre como a vida é conceituada e definida no âmbito da formação acadêmica de novos biólogos. Uma vez que este estudo pertence ao contexto da formação continuada de professores e, particularmente, pelo fato de as autoras fazerem parte da biologia, considera-se importante voltar a atenção ao desconforto

que muitos biólogos do meio acadêmico e científico – e cidadãos de modo geral – têm ao lidar com problemas relacionados com a vida, no que tange sua conceituação e definição, que indiretamente se relacionam com tomadas de decisões perante questões problema que envolvem distintas temáticas sociais, como a busca de vida fora da Terra, programas de colonização em Marte, transgenia, clonagem, células tronco, aconselhamento genético, aborto e tantas outras mais.

Este estudo não se aproxima da resolução de questões como as abordadas anteriormente. Mas, com certeza, fornece ferramentas para o entendimento do fenômeno vital, principalmente, no que se refere às concepções e definições de vida que são construídas ao longo do processo de se fazer ciência.

Para facilitar a leitura, esta dissertação foi dividida em: *Introdução*, contendo um panorama geral e sintético da pesquisa desenvolvida; *Capítulo 1*, referente às construções históricas e epistemológicas sobre o fenômeno da vida; *Capítulo 2*, relacionado ao referencial teórico e metodológico utilizado nesta pesquisa, a análise de discurso da linha francesa, ressaltando os principais elementos desta estratégia, que nos permitiu produzir sentidos para as enunciações de professores/pesquisadores da IES contemplada; *Capítulo 3*, o qual traz o cenário da produção desta pesquisa, bem como a análise dos dados, com interpretações dos discursos orientadas pelos pressupostos teóricos de Orlandi (2001), além de discussões epistemológicas dos mesmos; e, por fim, as *Considerações* parciais, que salientam os aspectos das interpretações obtidas dos dados e, também, as principais contribuições desta pesquisa para o meio acadêmico, social e científico.

INTRODUÇÃO

Na tentativa de explicar o mundo natural, a ciência formula problemas para os quais busca respostas que proporcionam a construção de teorias continuamente modificadas no percurso histórico. A natureza está presente em todas as áreas do conhecimento, mas ela apresenta particularidades em seus fenômenos e, de acordo com a subjetividade do observador e de suas perguntas, obtêm-se respostas diferenciadas.

Para lidar com as características peculiares de cada fenômeno oriundo da natureza, cada uma das áreas científicas passa a incorporar suas particularidades e assumir seu objeto específico de estudo. Neste sentido, os limites dos domínios de cada área da ciência, incluindo as possíveis subdivisões, utilizam as *definições* como mecanismo de separar uma ciência da outra (VIDEIRA, 2000). Uma definição permite dar, além de uma nomenclatura, uma delimitação ou síntese do conhecimento daquilo que se estuda - no caso, o objeto (VIDEIRA, 2000). São as definições que constroem as fronteiras entre os domínios da ciência e permitem verbalizar argumentos nas comunicações, sendo imprescindíveis para a construção de sistematizações científicas (DAHLBERG, 1978). Mas, para dialogar com as definições é preciso, primeiramente, elaborar um pensamento que materialize na linguagem os seus significados, podendo estes ser observados tanto nos discursos orais quanto nos discursos escritos por meio das teorias científicas (CHAUÍ, 2000; ORLANDI, 2001; VIDEIRA, 2000). Nesse caso, nos referimos aos conceitos, ressaltando o pensamento de Videira (2000, p. 23) ao defender que "nas teorias científicas não existem objetos, mas conceitos, os quais dentre as várias funções que desempenham, cumprem o papel de substituí-los". Nessa perspectiva, a biologia consolidou-se como ciência e, como tal, tem avançado, por meio de conceitos construídos ao longo de sua trajetória histórica, os quais possibilitaram a delimitação de seu objeto de estudo – a vida (MAYR, 2005; 2008).

Dessa forma, o esforço da ciência em explicar os fenômenos naturais com base em teorias vai muito além da atividade de reunir os objetos e nomeá-los. Sua atividade consiste em interpretações e abstrações daquilo que é percebido e considerado real no mundo dos fenômenos naturais (VIDEIRA, 2000). Mas nem sempre foi uma tarefa fácil explicar esses fenômenos, assim como nem sempre foi possível solucionar todos os problemas relacionados a um dado objeto. Como exemplo, podemos citar a problemática da vida, que é reconhecida como objeto de

estudo da biologia. Segundo Emmeche e El-Hani (1999), até o presente momento não se tem dialogado, entre as diferentes áreas do conhecimento biológico, acerca uma definição clara e objetiva sobre o que é vida. Dessa tentativa aparentemente trivial de definir a vida, surgem dificuldades no domínio do pensamento, "pois, se indagarmos o que é vida, nos enredaremos em sérias dificuldades que nos conduzem a um impasse ao mesmo tempo científico e epistemológico." (VIDEIRA, 2000 p. 19). Entretanto, muitos conceitos que esclarecem os processos vitais, relacionados ao fenômeno da vida, hoje são amplamente conhecidos e difundidos pela comunidade científica global.

Quando se recorre à história e filosofia da ciência para conhecimento e estudo do fenômeno vital, no que se refere aos seus conceitos e definições, pode-se perceber que nem sempre a vida foi pensada da mesma forma. Ao fazer uma breve retrospectiva no cenário histórico e suscitar os modos de pensamentos ao longo da história, conseguimos identificar uma concepção essencialista, que acreditava que a vida era uma essência que habitava os corpos; outra vitalista, com suas raízes na filosofia aristotélica e tem como base para a explicação dos problemas que envolvem os fenômenos vitais uma força oculta; a mecanicista, que é um pensamento sobre a vida fortemente influenciado com o desenvolvimento da física com o advento da Revolução Científica, passando também a ser denominado de fisicalista, trouxe a concepção dos fenômenos vitais em analogia aos fenômenos físicos; e, com o desenvolvimento dos conhecimentos biológicos, temos o organicismo, que é um modo de pensar que entende a vida por meio do conceito de organização, levando em consideração que os seres vivos são sistemas complexos e altamente organizados (MAYR, 2008; MARGULIS; SAGAN, 2002; CAPRA, 1996; JACOB, 1983).

Emmeche e El-Hani (1999) destacam que, dentro desta visão organicista, biólogos podem extrair os modelos conceituais que melhor organizam as dimensões substantivas e as definições centrais de vida. Partindo desta abordagem, acreditamos na possibilidade de conceituar a vida seguindo linhas de raciocínio que buscam articular e integrar fenômenos biológicos para construir categorias que atendam à universalidade, à coerência, à elegância, à organização e a sua especificidade, sendo essas categorias compreendidas dentro de um pensamento intitulado ontogenético (EMMECHE & EL-HANI, 2000).

Depreendemos que, mesmo dentro de um pensamento ontogenético, existem distintas formas de interpretar o objeto de estudo da biologia, considerando seus aspectos históricos, epistemológicos e ontológicos, sendo possível vincular uma vasta pluralidade de conhecimentos sobre os fenômenos biológicos produzidos pelas áreas da biologia, como a botânica, a genética, a ecologia e a evolução, os quais se fazem presentes durante a formação de professores e pesquisadores.

Diante dessa premissa, nos questionamos se os conhecimentos construídos ao longo desta formação contribuem para reflexões e para o estabelecimento de diálogos que possam trazer à tona concepções sobre a vida. E, ainda, será que nesses diálogos são empregados elementos peculiares às respectivas áreas de atuação do biólogo? Qual seria a concepção de vida de um microbiologista, de um biologista celular, ou ainda, de um geneticista, quando instigado a elaborar um pensamento que conceituasse ou definisse a vida? Essas concepções seriam semelhantes às de um ecólogo, botânico ou zoólogo? De que maneira essas concepções se aproximam de reflexões epistemológicas e até que ponto podem contribuir no processo de formação de professores e pesquisadores, no que se refere à elaboração e entendimento de conceitos polissêmicos do que é vida?

Esses questionamentos nos instigaram a propor esta pesquisa, que teve o objetivo de compreender como professores pesquisadores de diferentes áreas das ciências biológicas, atuantes em Instituição de Ensino Superior (IES) na região Noroeste do Paraná, podem utilizar os conhecimentos produzidos em seu campo de atuação para conceituar a vida. Para isso, buscamos: (a) investigar as principais concepções de vida externalizadas nos discursos de treze professores pesquisadores, que atuam em diferentes áreas das ciências biológicas; (b) analisar, nos discursos desses sujeitos, os fundamentos científicos e epistemológicos, incluindo conhecimentos de sua área de atuação, que contribuem para suas reflexões e definições sobre o que é vida; (c) investigar a ocorrência e o modo como ocorre o diálogo do(s) conceito(s) de vida no contexto das disciplinas no ensino superior; (d) analisar o nível de abrangência ou generalidade, a coerência e a especificidade do(s) conceito(s) de vida manifestado(s) nos discursos, discutindo como essas construções podem contribuir para a formação de um conceito universal, ou conceitos polissêmicos, sobre o fenômeno da vida.

Para realizar esta pesquisa, nos propomos a considerar que a biologia é uma ciência diversificada em vários campos de investigação, os quais são orientados por distintas perspectivas e questões de pesquisa. Com isso, ela tem potencial para explorar os conceitos e definições de seu objeto de estudo, uma vez que estes estão imbuídos nas teorias, formuladas por meio do conhecimento oriundo das pesquisas para explicar os fenômenos biológicos e inerentes à vida (EMMECHE; EL-HANI, 2000; VIDEIRA, 2000). Corroboramos Videira (2000), quando afirma que esses problemas que circundam os processos vitais são os responsáveis por nortear a construção de um conceito de vida, como tentativa de resolvê-los. E partindo destas resoluções, acreditamos na possibilidade de extrair elementos que auxiliem a comunidade científica e acadêmica a refletir sobre os conceitos e definição de vida – ou seja, acreditamos que os professores pesquisadores das ciências biológicas têm ferramentas de suas respectivas áreas de formação e atuação para definir e conceituar adequadamente a vida.

CAPÍTULO I

Concepções de vida perante aspectos históricos, filosóficos, científicos e acadêmicos

1.1 Construções históricas e epistemológicas da biologia sobre o fenômeno da vida

O conhecimento sobre o fenômeno vital foi construído em inúmeros episódios históricos, envolvendo reflexões, formas de se pensar, experimentos, tentativas, erros e as teorias, que foram guiados por questões-problemas que intencionaram em seus mais diversos contextos o melhor entendimento do “que é vida”. Ao considerarmos que desde o princípio dessa construção, o homem tem curiosidade para explicar os fenômenos que cercam a sua realidade (MARTALLO, 2010), com o fenômeno da vida não seria diferente. Até mesmo porque este faz parte não somente do contexto do homem, enquanto ser que pertencente a um meio ambiente cercado por vida, mas também por ser a vida algo intrínseco ao indivíduo vivo.

Corroboramos o pensamento de François Jacob (1983) de que uma época ou contexto histórico é mais caracterizado pela natureza de seus questionamentos do que pela extensão dos conhecimentos gerados, uma vez que são as incessantes questões que têm instigado mudanças nas formas de interpretar o mundo em que vivemos. No que diz respeito à vida, esse fenômeno tem suscitado indagações que remontam desde o homem primitivo, de modo que as diferentes formas de pensamento ainda existentes sobre esse fenômeno demarcam épocas, culturas e racionalidades (MARGULIS; SAGAN, 2002; MAYR, 2008).

Como exemplo de formas distintas de pensar o fenômeno da vida, temos o animismo, que no período em que o saber mítico buscava explicar o estar vivo, além dos seres humanos, o chão que tremia e o raio que ‘urrava’ pelo trovão compuseram por muito tempo os elementos ‘animados’ da natureza. Ou seja, estes eram considerados seres vivos por serem dotados de uma essência, assim como destacam 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.”.

Mais enigmático do que essa essência predominante nos corpos, era o fato de que o calor que habitava os seres e a capacidade deles se movimentarem extinguiu-se em um instante pela morte. Em oposição à vida, a busca pela compreensão de morte pelos nossos ancestrais conduziu às primeiras evidências de um entendimento de alma como princípio dos corpos vivos, de tal

forma que quando esta se fazia presente, conferia-lhes a vida e, ao contrário, a morte (PLATÃO, 1999; ARISTÓTELES, 2010; MARGULIS; SAGAN, 2002).

O período Clássico (do século VI a IV a.C.) foi responsável por grandes sistematizações das diversas formas de conhecimento e, dentre eles, sobre os seres vivos. À medida que o saber mítico foi sendo substituído pelo saber racional, a filosofia grega contribuiu com aprofundadas explicações para os fenômenos vitais, uma vez que nessa época a ciência e a filosofia assumiam um único corpus teórico (MARTALLO, 2010; ARANHA; MARTINS, 2001). A partir dessas sistematizações do conhecimento científico-filosófico, as obras de Platão (428-347 a.C.) e de Aristóteles (384-322 a.C.) propuseram formas de se pensar sobre a vida. Para Platão, os planetas que orbitavam voluntariamente em volta da Terra eram considerados como seres perfeitos que habitavam o céu e, assim como nós, também eram dotados de alma e por isso, viventes (PLATÃO, 1999).

O conceito de alma no período Clássico se torna mais consistente com a obra de Aristóteles, *De Anima*, escrita em torno de 412 a.C., onde seus estudos foram reunidos a partir do que se tinha construído até então sobre a alma. 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 (ARISTÓTELES, 2010). Ressaltamos que esse período também forneceu a base para os estudos sobre os fenômenos vitais, considerados importantes para a definição de um princípio que era peculiar aos seres vivos (COUTINHO, 2005). No entanto, vale destacar que foi por meio de construções sucessivas pelos filósofos acerca do entendimento de alma que se chegou a construir concepções e definições do que é a vida. Como a alma assumia três aspectos para a filosofia grega, sendo eles a percepção sensorial, o movimento e a incorporeidade, Aristóteles reuniu essas características para explicar o que é a vida: “A vida é aquilo pelo qual um ser se nutre, cresce e perece por si mesmo” (Da Alma, II, 1, 412a, 10-20).

Ainda que essa definição tenha salientado a capacidade de movimento nos seres vivos perante um ciclo vital¹, a ótica da filosofia aristotélica, contemplada ainda na obra supracitada,

¹ Estudiosos de Aristóteles revelam um consenso de que o filósofo caracteriza a vida como parte da matéria orgânica dotada de um princípio que permite ao ser ter a potência de executar ações como nutrir-se, desenvolver-se,

conferiu dificuldades entre os filósofos para se chegar a um consenso sobre quais seriam, então, os corpos dotados de alma. Quanto a isso, Aristóteles defendia a existência de três tipos de alma - a dos animais, a dos vegetais e a humana (ARISTÓTELES, 2010). Portanto, eram corpos dotados de vida, os animais e as plantas.

Associada a essa concepção de vida, o *pneuma* por muito tempo foi considerado um componente especial dos seres vivos, como se fosse o quinto elemento (MARTINS, 1990). O significado desse componente se aproxima do de alma, do alento vital, da respiração ou, até mesmo, da substância quente que percorria o corpo, pois na concepção de Aristóteles, o *pneuma* se fazia presente no sangue e no coração, sendo este o responsável pela geração da vida (MARTINS, 1990).

Claudius Galenus (Galeno 130-200 d.C.), entre outros filósofos, também compartilhava a concepção do *pneuma* como elemento vital dos seres vivos. Nos estudos de Galeno sobre a circulação do sangue no corpo humano, o médico filósofo tentou explicar como se originava o ar quente presente na expiração (DELIZOICOV; CARNEIRO; DELIZOICOV, 2004; CAMPOS; NIGRO, 1999). A história e a filosofia da ciência permitem entender a visão de mundo que proporcionou o contexto desses ensaios sobre a circulação do sangue. Segundo Bernal (1975, p. 237): “(...) O sistema galênico era uma hábil mistura de antigas ideias filosóficas, como a doutrina dos três espíritos ou almas (...) com fluxo e refluxo de espíritos e de sangue nas artérias e veias, o coração como origem do calor e os pulmões como foles de arrefecimento (...)”. De acordo com o excerto do autor, evidencia-se que a filosofia dos *pneumas* inspirou os contextos dos estudos de Galeno, proporcionando o desenvolvimento de enunciações a respeito da circulação sanguínea nos seres humanos.

Para Galeno havia três *pneumas* no homem (figura 1): o natural, formado a partir dos nutrientes da alimentação; o vital, oriundo do ar inspirado; e o animal, proveniente do cérebro e responsável pelo intelecto (DELIZOICOV; CARNEIRO; DELIZOICOV, 2004; GALEN, 1997). A explicação do médico filósofo para a circulação sanguínea se dava da seguinte forma: o sangue era formado a partir dos nutrientes absorvidos pelo intestino; o fígado era o local responsável por reunir esses nutrientes e formar o sangue, e o *pneuma* natural era incorporado neste; o sangue era então distribuído do fígado por meio de veias, sendo uma delas a principal

reproduzir-se e, na ausência dele, morrer (MARTINS; MARTINS, 2007). Por esse princípio, entendemos a alma, que na concepção de Aristóteles faz parte do corpo como algo indissociável (ARISTÓTELES, 2010).

condutora do sangue à cavidade direita do coração, local onde as impurezas em forma de vapor eram conduzidas ao pulmão para serem exaladas durante a expiração (SINGER, 1996; PORTO et al, 1991) – algo semelhante ao vapor expelido pela fornalha. Delizoicov e Delizoicov (2004) também explicam esse episódio e ressaltam que Galeno usava conceitos de combustão para explicar o aquecimento do sangue e do ar no coração devido à tecnologia da época, ou seja, as fornalhas, comumente utilizadas para a produção de energia. Nesse aspecto, evidencia-se que a ciência em seu método peculiar de produzir o conhecimento se configura em uma atividade contextualizada, sendo movida por interesses, visões de mundo e, principalmente, pelo momento histórico.

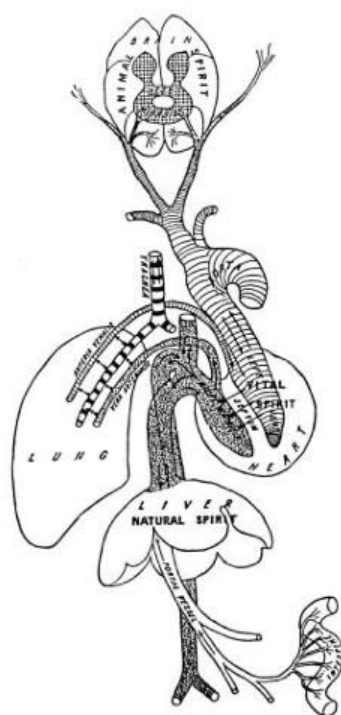


Figura 1 Origem dos três pneumas, segundo Galeno. (fonte: GALEN, 1997)

Segundo a visão de mundo de Galeno, é pela inspiração que o *pneuma* vital chega aos pulmões e passa para o lado esquerdo do coração por meio da “artéria venosa”², sendo essa cavidade o local do qual proviria o calor desse *pneuma* por meio da “combustão”. As artérias eram as responsáveis por distribuir esse calor para o corpo, com a finalidade de utilizá-lo para realizar trabalho – tal como nas fornalhas (DELIZOICOV; CARNEIRO; DELIZOICOV, 2004;

² Hoje, sabemos que são as veias pulmonares as responsáveis por levar o sangue arterial dos pulmões à cavidade esquerda do coração.

CAMPOS; NIGRO, 1999; SINGER, 1996; PORTO et al, 1991). Esse calor produzido no coração era elementar para capacitar o ser humano se movimentar.

Além dos dois *pneumas* mencionados, um terceiro também circulava nos vasos sanguíneos: o *pneuma* animal. Este provinha do encéfalo e era distribuído junto com o sangue quente pelo corpo através de artérias, que teriam suas conexões com os nervos que eram concebidos como vasos ocos (GALEN, 1997). O *pneuma* animal capacitava o ser para ter o fenômeno da intelectualidade e executar os movimentos voluntários (SINGER, 1996).

O que devemos ressaltar diante dessa explicação, cunhada por Galeno, é que o entendimento de um dos mecanismos vitais dos seres vivos, a circulação do sangue, que na época era considerada a distribuição do princípio da vida por todo o corpo do ser, corrobora a crença do autor em Deus (DELIZOICOV; CARNEIRO; DELIZOICOV, 2004). Para o médico filósofo, o *pneuma* era um elemento externo doado por Deus que, ao circular pelo corpo, mantinha o ser vivo. Esta premissa explica por que os estudos de Galeno perduraram séculos adentro da Idade Média (séc. V – séc. XV), período fortemente influenciado pela religião cristã (CHAUÍ, 2000; ARANHA; MARTINS, 1993).

Diante do exposto, os conhecimentos sobre *pneuma* e a alma foram acolhidos na Idade Média, desencadeando especulações filosófico-teológicas no século IX, que envolveram a redescoberta de Aristóteles na Europa. Santo Tomás de Aquino (1225-1274) buscou integrar as ideias de Aristóteles com a doutrina cristã, sendo importante destacar a grande influência exercida pela Igreja em relação ao Estado, sobretudo ao processo de construção do conhecimento (CHAUÍ, 2000). O período mencionado também foi conhecido como a Idade das Trevas, os motivos para a denominação relacionavam-se à pouca produção cultural e ao pouco desenvolvimento científico, considerando que, para a Igreja Católica, a fé era o caminho a ser seguido por todos, pois o trabalho, qualquer que fosse, era encarado como o próprio significado da palavra *tripaliare*, que se refere a um instrumento de tortura (ARANHA; MARTINS, 2001).

Todavia, os conhecimentos gregos contribuíram para o desenvolvimento da Escolástica (séc. IX a séc. XVI), momento no qual muito dos trabalhos de Aristóteles, Platão, Arquimedes, Euclides, entre outros filósofos, passaram a ser traduzidos para o latim e disseminados pelas universidades da Europa (ARANHA; MARTINS, 2001). Santo Tomás de Aquino, além de pregar a valorização do trabalho, também reformulou o pensamento filosófico de Aristóteles

sobre a alma, para que este fosse inserido na visão cristã, mas, de forma divergente (CÔRREA *et al.*, 2008; COUTINHO, 2005; MARGULIS; SAGAN, 2002; ARANHA; MARTINS, 2001).

Na obra *Summa Theologica*, publicada em meados de 1273 por Aquino, em um trecho específico para responder as perguntas lançadas sobre a vida e a alma, o autor considerou a força da vida como sendo algo externo ao corpo, independente e imortal (AQUINO, 2001), algo que era impossível na concepção de Aristóteles, pois para este a alma era a “forma” intrínseca do corpo. Enquanto para Aquino a vida possui por si mesma um movimento independente do corpo, para Aristóteles, a vida é um princípio informador, considerando que o elemento mais elevado da alma humana, relacionado com o intelecto, era dependente do corpo (ARISTÓTELES, 2010; COUTINHO, 2005).

No livro de Aquino, a independência da força externa concebida como alma é evidente na explanação do autor sobre como ela estabelece um diálogo com o corpo enquanto vivo. Para ele, a alma permitia não apenas a capacidade de viver, mas também a capacidade de entender o mundo que o cercava, como descrito nas palavras de Aquino (2001, p. 675): “Así, pues, puede decirse que el alma entiende, como se dice que el ojo ve. Pero tiene un mayor sentido y propiedad decir: El hombre entiende por el alma.”³. Logo, o entendimento do mundo pelos homens não competia às experiências, estímulos externos e vivências do corpo, tal como em Aristóteles, mas sim pela própria capacidade da alma de entender o mundo, ou seja, o homem só entende porque é a alma que o faz.

Perante as peculiaridades do pensamento de Santo Tomás de Aquino, percebe-se nos estudos históricos e filosóficos a adoção pelo autor da visão orgânica da vida, também defendida por Aristóteles, que permitiu uma readequação do termo “vida” presente no Antigo Testamento, entendido como o que “salva da morte e da aniquilação” (COUTINHO, 2005, p. 53). Logo, para o cristianismo a alma passa a ser referida como sendo algo externo e doado por Deus, para que os seres tenham o viver. Nesse sentido, o corpo é apenas o receptáculo da alma, que por sua vez é imortal e capaz de ressuscitar o corpo após a morte (AQUINO, 2001).

Com essa forma de pensar, concebendo a vida por uma corrente animista – como algo externo que anima os seres - diversas teorias em relação à origem da vida se pautaram nesse pensamento, as quais foram propostas em seus contextos históricos. Um exemplo que podemos

³ Assim, podemos dizer que a alma entende, como dizem que os olhos veem. Mas tem maior significado e propriedade dizer: O homem entende através da alma. (Tradução nossa).

recordar é dos embates entre as teorias abiogenistas e biogenistas, duas teorias antagônicas sobre a origem da vida. Enquanto a biogênese defendia a origem da vida a partir da pré-existência de organismos vivos, a abiogênese foi a teoria de que a vida surgiria na Terra por geração espontânea, defendida por Aristóteles e, posteriormente, por outras personalidades como o Jean Baptiste Van Helmont (1580-1644) (MARTINS, 1990).

Por séculos esse pensamento animista, junto a uma concepção teleonômica⁴ sobre a vida, influenciou as teorias relacionadas com a sua origem, pois ela defendia a existência de um Deus criador dos seres e das coisas (MAYR, 2008). Mas, as calorosas discussões entre abiogenistas e biogenistas foram também favorecidas com o advento da Revolução Científica (séc. XVI a séc. XVII), suscitando o método científico proposto por Francis Bacon (1561-1622), dentre outros. Nesse momento, a experimentação atrelada à observação metódica se tornou essencial para o desenvolvimento do conhecimento científico sobre a origem da vida. Vale ressaltar que a partir desse contexto, a ciência se separa da filosofia, sendo que esta incluiria o entendimento e reflexões sobre a atividade científica no que concerne a produção de conhecimento (ARANHA; MARTINS, 2001; RONAN, 1987).

Com a emergência e a importância atribuída ao método científico, tem-se que a própria receita para criar roedores do abiogenista Van Helmont, pautada em suas observações empíricas, passou a ser questionada primeiramente pela falta do método (ZAIA, 2003), uma vez que sua receita consistia em “colocar num jarro algumas roupas suadas e cobri-las com trigo; 21 dias após surgiriam os camundongos.” (SANTOS, 2006, p. 54). Vale ressaltar que, apesar da crença dessa possibilidade da vida poder ser gerada da matéria inerte devido a um princípio vital, isso não quer dizer que não se tenha conhecido ou desconsiderado os mecanismos de reprodução dos seres vivos. Pelo contrário, até mesmo Aristóteles, que defendia a possibilidade da geração equívoca (abiogênese/geração espontânea), foi um dos grandes contribuidores no estudo da reprodução de diversos animais como peixes, mamíferos e insetos – embora o conceito de reprodução tenha se consolidado somente em meados do século XVIII (MARTINS, 1990; JACOB, 1983).

⁴ Teleonomia referente ao pensamento filosófico teleológico, que significa o estudo das causas finais (FERREIRA, 2010). A teleonomia, recorrente perante o criacionismo, concebe a criação dos seres e das coisas por Deus, que atribuiria o propósito da vida, uma causa final (MAYR, 2008). No entanto, mesmo fora da religião, é comum observar a busca pelas causas finais de um dado problema nas diversas áreas de estudos.

Nesse embate marcante das ciências naturais, podemos destacar a emergência de uma forma de pensamento que possui suas raízes na própria filosofia aristotélica, o pensamento vitalista (MAYR, 2008). Esse pensamento é caracterizado por invocar o tal princípio vital, inerente dos seres vivos, algo como Mayr (2008) descreve como força oculta e invisível que atua sob um organismo vivo. Essa forma de pensar sobre a existência de uma força foi comum entre os naturalistas do séc. XVI à XIX. A diferença entre o vitalismo e o pensamento animista reside no fato de que a alma não necessariamente é invocada nessa concepção de princípio vital. O vitalismo considera esse princípio, ou força vital, como algo externo ao corpo e que, ao passar a fazer parte dele, aloja-se em todas as suas partes, possibilitando-lhe viver enquanto organismo vivo (JACOB, 1983). Isso é, o pensamento vitalista explica a vida com um olhar diferente do mecanicismo em relação à natureza, pautando-se em argumentos que não sustentassem a recorrente concepção teleonômica ou metafísica do que é a vida (MAYR, 2008).

Com o advento da Revolução científica e a proposta do método científico por Francis Bacon (1561-1626), destaca-se o contexto que proporcionou as visões de mundo para o estudo da vida durante os séculos XVI a XIX: eis que de um lado tinha-se o mecanicismo explicando a vida por meio de sua composição e movimento; do outro, o vitalismo, explicando as propriedades da vida que a física, com a sua mecânica, não conseguia por meio das leis dos movimentos.

As propriedades com as quais os vitalistas se ocuparam eram relacionadas à “natureza holística das criaturas vivas, outros ainda na adaptação ou no direcionamento (como no desenvolvimento do óvulo fertilizado).” (MAYR, 2008, p.29). Nesse sentido, o “ímpeto” do vitalismo dirigiu-se para os estudos da origem da vida, momento no qual o método contribuiu para o desenvolvimento dos experimentos de Needham (1713-1781) e Spallanzani (1729-1799), os quais contribuíram com grandes episódios à luz do conhecimento científico sobre a vida. Além disso, com os estudos realizados por estes, percebe-se também o forte embate que resultou nos conflitos entre concepções pré-formistas e epigenéticas no que se refere ao pensamento vitalista (MAYR, 2008).

Sob uma perspectiva vitalista epigenética, Needham e outros naturalistas acreditavam em uma matéria ativa, ou seja, em uma matéria capaz de formar novos indivíduos vivos, com a existência de forças na natureza que permitem organizar a matéria por meio de infusões - ou

encaixamento (PRESTES, 2003) – algo semelhante ao fluído vital, o protoplasma ou, ainda substância coloidal que só era encontrada nos seres vivos segundo os vitalistas (MAYR, 2008).

Os encaixes entre as matérias estabeleceriam ordens de complexidade, que agregados à força vital, formariam os seres vivos de todas as espécies (MAYR, 2008). Nesse sentido, a base da epigênese consiste na força vital para a geração espontânea da vida, a partir da organização da matéria bruta (PRESTES, 2003). Sabendo-se disso, salientamos que os experimentos de Needham corroboraram as organizações moleculares para a formação da vida e, para ele, era possível mostrar como isso funcionava por meio de extratos nutritivos.

O experimento de Needham consistiu em submeter os extratos nutritivos à ebulição para a esterilização e, então, colocá-los em recipientes vedados com rolhas (SANTOS, 2006). Dias após, com o auxílio do microscópio rudimentar da época, Needham analisou os extratos e verificou que em todos os frascos possuíam microorganismos:

Meu frasco fervilhou em vida, [foi possível observar] animais microscópicos das mais variadas dimensões, alguns dos maiores que eu já havia visto e alguns dos menores. A primeira gota que eu observei após abri-lo, me revelou uma multidão perfeitamente formada, animada e espontânea em todos seus movimentos. (NEEDHAM, 1749, p. 25 *apud* CARVALHO, 2013, p. 53)

O relato de Needham supracitado por Carvalho (2003) mostra as evidências que permitiram ao naturalista concluir que os seres observados se originaram a partir da infusão da matéria bruta orgânica, fortalecendo a epigenética por meio da agregação e do encaixamento de moléculas formadoras da vida que, em contato com a força vital, possibilitou a geração espontânea – concepção chave da teoria abiogenista⁵.

No entanto, o que o autor desse experimento não considerou foi que o próprio ar contido nos frascos, antes de serem lacrados, já estava contaminado com os microorganismos, proporcionando então o crescimento de colônias dos mesmos, observado dias após o início do experimento (SANTOS, 2006). Foi Lazzaro Spallanzani quem inferiu, nesse caso, que no experimento de Needham o crescimento de micróbios na solução provinha da contaminação

⁵ Abiogênese: concebe a geração da vida de forma espontânea, ou seja, por meio do contato entre a matéria bruta com a força vital.

desta com o ar e, conseqüentemente, pela não esterilização adequada dos materiais utilizados (CARVALHO, 2013; SANTOS, 2006; PRESTES, 2003).

Spallanzani também rejeitou os resultados de Needham por não compartilhar do mesmo pensamento acerca da origem da vida (CARVALHO, 2013). Para ele, a vida em uma perspectiva biogenista era concebida pela base pré-formista, na qual os seres vivos eram formados a partir dos gametas de outros seres vivos, que foram produzidos perante a graça de Deus, permitindo as gônadas espalharem essas células germinativas na natureza com a capacidade de formar os seres viventes (CARVALHO, 2013; MAYR, 2008; PRESTES, 2003).

O experimento realizado por Spallanzani teve um diferencial: o extrato foi fervido por uma hora com o frasco lacrado para a esterilização completa e evitar a contaminação do líquido pelo ar (SANTOS, 2003). Ao final de seu experimento, observou que no frasco lacrado não houve o crescimento de microorganismos, contrariando os resultados dos frascos que utilizavam a rolha para o vedamento. Todavia, ainda com esses resultados, parte da comunidade científica do período questionou a validade do experimento de Spallanzani, contra argumentando que o excesso de fervura poderia ter destruído a “força” vegetativa responsável por originar novos seres (SANTOS, 2006).

Diante disso, houve um intenso debate na ciência em relação ao estudo da origem da vida com a insistência dos defensores da concepção de vida pré-formista, tal como Spallanzani, que acreditava na existência de gametas com animáculos (figura 2) (CARVALHO, 2013; PRESTES, 2003). Com isso, há um reforço da teoria biogenista, que explicava a origem dos seres vivos a partir da pré-existência de outros seres, ou seja, por meio da reprodução.



Figura 2 Gameta com a matéria pré-formada, o animáculo. *Hommunculus* de Hartsoeker (Fonte: CARVALHO, 2013)

Durante os embates sobre peculiaridades do fenômeno da vida, nota-se que ao lado do vitalismo, foi também o mecanicismo que permeou as formas de pensamento sobre a vida, no sentido que para os defensores do pré-formismo, o fenômeno vital era compreendido como causas mecânicas reguladas por leis instauradas por Deus (CARVALHO, 2013). Logo, a vida ‘surgia’ porque Deus havia incumbido os seres de produzirem ovos e espermatozóides em suas gônadas para que pudessem dispersá-los na natureza (PRESTES, 2003), mas seu desenvolvimento se dava pelo movimento inerente da matéria.

A vida, então, ora era concebida como uma “força vital” que permitia o encaixe da matéria bruta, ora como “força oculta” – admitindo-se certo teleonomismo – que permite as gônadas criarem a matéria pré-formada. Assim, a origem da vida foi sendo discutida ao longo dos séculos, na medida em que novas formas de conhecimento sobre o ar que respiramos e sobre a sua composição foram sendo construídas (CARVALHO, 2013).

O mais importante a ser salientado nesse episódio é que não só as formas de pensamento permitiram conduzir as pesquisas, mas também o contexto em que estavam inseridas, uma vez que a grande busca sobre explicações acerca do fenômeno vital percorreu as diversas áreas do conhecimento, como a medicina, a física, a química, a história natural e a religião. Esta última, a religião, exerceu grande influência no que as pessoas concebiam por vida, assim como também veio a Revolução Científica no século XVI e XVII para modificar o cenário da produção do conhecimento sobre ela.

A narrativa – até o momento – sobre como as distintas formas de pensamento acerca do fenômeno da vida pode implicar na produção de conhecimento para explicar a composição, funcionamento e origem da vida, é apenas uma parte do que a história da ciência disponibiliza para permitir a reflexão sobre as atuais concepções do fenômeno vital. Como já destacamos, a vida não foi estudada apenas por naturalistas, médicos e filósofos como Aristóteles, Galeno, Needham e Spallanzani, mas, é inerente à ciência, sendo explicada por bases físicas, químicas e biológicas.

Atrelada a essas bases, podemos mencionar que a ciência se preocupou em fornecer construções conceituais sobre o fenômeno da vida, as quais permitem compreender a complexidade de responder a simples questão “o que é vida?”. Responder essa questão significa, em parte, adotar um pensamento epistêmico, que permite ao indivíduo interessado abrir distintas

portas para um caminho do reconhecimento das propriedades da vida – elementares para o próprio entendimento do ser humano, enquanto vivo (CZERESNIA, 2012).

1.2 Como a ciência define a vida?

O processo de construção do conhecimento científico busca explicar os fenômenos do mundo natural por meio das respostas aos problemas formulados, o que possibilita a construção de teorias passíveis de modificações no percurso histórico da atividade científica. No que diz respeito ao fenômeno da vida, devido às suas particularidades, distintas perguntas foram lançadas de acordo com a subjetividade do observador, sendo obtidas respostas diferenciadas. Nesta seção, serão apresentados os contextos de produção de conceitos e definições para esse fenômeno à luz das ciências naturais que estudam a vida.

Ao recorrer às definições utilizadas pela ciência, percebemos que estas percorrem os campos internalistas e externalistas. Internalistas no que se refere às construções mentais oriundas do sujeito. Externalistas quando é o objeto do mundo externo do sujeito que permite invocar a organização do pensamento correspondente a este objeto. Autores como Murphy (2002), Sternberg (2008) e Leite (2013), defendem que as definições são, em grande parte, oriundas do objeto em vez do sujeito cognitivo e, por isso, são externalistas. Isso quer dizer que quando a ciência define algo, ela utiliza as características definitórias do objeto, as quais são responsáveis por invocar habilidades de raciocínio que permitem o acesso a diferentes tipos de conhecimento. Uma teoria que nos permite entender melhor como vem a ser essas definições para a ciência é a dos protótipos, que segundo Leite (2013, p. 160):

“O protótipo é caracterizado e descrito pelas categorias típicas. A categoria típica não é como uma característica definitória 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 com as definições de vida consideradas clássicas: nascer, alimentar, respirar, crescer, reproduzir e morrer. Essas categorias 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. Essa

definição de vida, como ciclo vital, é a que se aproxima daquela atribuída por Aristóteles, como mencionado anteriormente⁶. Mas, atualmente, podemos citar o trabalho de Koshland (2002), intitulado “*The seven pillars of life*”, que estabelece sete categorias inerentes à vida ou aos seres vivos.

Não muito diferente do ciclo vital, PICERAS – sigla referente aos sete pilares de Koshland – enumera as propriedades que podemos elencar aqui como categorias típicas para a definição de vida. São elas: *Programa*, referente ao programa genético que todo ser vivo precisa ter, baseado em DNA e RNA; *Improvisação*, uma vez que todo o ser vivo passa por mudanças no programa devido às alterações do meio; *Compartimentalização*, que permite centralizar e especializar determinadas funções; *Energia*, considerando que a vida se move e para isso ela necessita de recursos para realizar trabalho, principalmente, para manter-se em equilíbrio constante; *Regeneração*, que permite construir, desconstruir e reconstruir de novo as estruturas, com moléculas utilizadas pelo metabolismo, que se associa com a homeostase e a compensação termodinâmica; *Adaptação*, também é uma forma de improvisação, porém, mais rápida que esta, por se tratar de mecanismos de feedback do ser vivo, enquanto a improvisação consiste de uma alteração no programa que viabilize a adaptação; *Isolamento* (no inglês *seclusion*), que se relaciona com as especificidades e particulares de cada indivíduo, das reações metabólicas, de forma que essas particularidades garantam a eficiência das diversas reações.

Dos sete pilares que explicam o fenômeno da vida para Koshland (2002), dois deles podem ser destacados, a *improvisação* e a *adaptação*, uma vez que cabe nos questionarmos até que ponto a improvisação pode ser uma forma de adaptação da vida e, da mesma forma, o contrário. Nesse sentido, estes seriam pilares que se complementam a partir do *programa* – o material genético.

As categorias de Koshland (2002) poderão todas se reunir para definir o que é vida, fundando um conceito clássico de vida. Mas, de acordo com as definições prototípicas, a recorrência de três ou quatro das categorias mencionadas, também poderão ser suficientes para que se obtenha uma definição *fuzzy* de vida. Isso é possível porque, segundo Pessoa (2010), na ciência não se faz necessariamente uma definição exata ou conjuntista, que determina as

⁶ 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.

características suficientes e imprescindíveis, uma vez que nossa mente trabalha com conceitos, os quais são definidos por protótipos. Nas palavras do autor:

“A definição prototípica incorpora a existência de zonas de transição entre diferentes protótipos, e não procura estipular de maneira arbitrária e convencional (como faria tipicamente uma “filosofia analítica” de inspiração conjuntista) uma linha de demarcação clara.” (PESSOA, 2010, p. 8).

Diante do exposto pelo autor, uma definição prototípica *fuzzy* compreende tais zonas de transição sem cortes, de maneira que sejam transpostas umas sobre as outras, não havendo uma demarcação clara entre elas. Em primeiro momento, isso pode parecer um tanto abstrato ao leitor, uma vez que a definição deveria, por si, ser capaz de delimitar o objeto em questão. Mas, isso se deve pelo fato de associarmos as definições às construções e às formas de organização do pensamento, que também podem ser atribuídas aos conceitos.

A biologia, mesmo contemplando diversas áreas do conhecimento biológico, pouco articulou dentre as elaborações de suas teorias e de seus conceitos a definição do fenômeno vital. Isso tem ocorrido não por falta de tentativas, mas sim, por considerar a questão “o que é a vida” como tendo muita complexidade, necessitando-se buscar fatos como ferramentas para a sua construção conceitual (VIDEIRA, 2000; EMMECHE; EL-HANI, 2000). Todavia, percebemos que algumas tentativas para essa definição foram propostas no percurso histórico e epistemológico dessa ciência, demarcada por correntes de pensamento vitalista, mecanicista, organicista e ontogenético, que também tiveram seus respectivos destaques e contribuições nas ciências físicas e químicas.

O movimento mecanicista, tal como se pode entrever nos episódios narrados anteriormente, concebia a vida em relação às leis da mecânica para o funcionamento das coisas (MAYR, 2008; 2005; JACOB, 1983). Logo, para entender o fenômeno da vida bastava, na concepção dos mecanicistas, entender o funcionamento das coisas. Com esse modo de pensar é que as analogias, metáforas e a própria identidade da vida foi assumida ao lado das máquinas (MAYR, 2008).

Oriundo do mecanicismo, o movimento fisicalista foi influenciado pelos avanços ocorridos na física e trouxe a concepção dos fenômenos vitais em analogia aos fenômenos físicos. Esse pensamento estudava os seres vivos em uma perspectiva reducionista e

fragmentada, de forma que o conhecimento das partes possibilitaria a compreensão ou o entendimento do organismo como um todo (MAYR, 2008; MARGULIS; SAGAN, 2002; CAPRA, 1996; JACOB, 1983). Com esse modo de pensar, a Teoria Celular foi fundamentada por Theodor Schwann (1810-1882) e Mathias Schleiden (1804-1881), em 1839, na qual os eventos e particularidades do organismo foram explicados por meio da redutibilidade de seus componentes celulares, ou seja, estudavam-se os movimentos das partes da unidade básica dos seres vivos para o entendimento do todo (FREZZATTI, 2003). Para esses estudiosos, o fisicalismo está intrínseco nos seres vivos, uma vez que a célula se comporta como um agregado de moléculas, tal como um cristal, substituindo o princípio vital pelo fenômeno químico da organização dos cristais (FREZZATTI, 2003).

Foi nesse aspecto e seguindo essa forma de pensamento que o sucesso da Teoria Celular aproximou as ciências da vida das ciências exatas, uma vez que a química e a física se encontravam dentro dos organismos e, por isso, passariam a caminhar ao lado da biologia (SILVER, 2003). No entanto, antes do estabelecimento da própria biologia, vale ressaltar que o mecanicismo em si foi desencadeado desde a antiguidade, uma vez que para os atomistas gregos, até a vida era concebida pelo movimento dos átomos que ora, se chocavam e rebatiam, ora se chocavam e estabeleciam ligações e formavam o mundo das coisas – incluindo os seres vivos (PESSOA, 2006).

A filosofia mecanicista foi fortalecida com o advento da Revolução Científica, iniciada entre século XVI e XVII, que também proporcionou espaço e o sucesso do fisicalismo, considerando os estudos de Newton (1643-1727) e de Gilbert (1544-1603) sobre a mecânica e o magnetismo, respectivamente. Nessa vertente, o fisicalismo buscava explicar a vida por meio de conceitos e teorias aplicadas na física.

Vale relembrar que as correntes de pensamento, como o mecanicismo e o fisicalismo, frequentemente confrontaram e permearam o vitalismo. Para os seguidores do vitalismo, “os organismos vivos possuíam propriedades que não poderiam ser encontradas na matéria inerte e que, portanto, conceitos e teorias biológicos não poderiam ser reduzidos às leis da física e da química” (MAYR, 2008, p. 21). O próprio Descartes contribuiu para o estudo dos seres vivos sob uma perspectiva mecanicista, ao utilizar os conceitos físicos, uma vez que para ele a matéria era a mesma para todos os corpos (SPINELLI, 2013). Mas, para o autor, o corpo humano é

habitado por um espírito, ou seja, uma força externa e oculta (JACOB, 1983). Logo, para Descartes e outros seguidores, as leis do movimento eram suficientes para explicar a combinação da matéria para a formação dos seres vivos e o funcionamento dos mesmos, mas, desde que o fenômeno da vida, ligado ao espírito humano, fosse uma explicação à parte (SPINELLI, 2013).

Outros seguidores do pensamento mecanicista sobre a vida trouxeram contribuições que convergem para uma concepção peculiar do fenômeno vital. Hobbes (1588-1679) foi um dos filósofos que, ao explanar sobre os seres vivos, considerou-os como uma máquina, autômata, que revelava a identidade da vida como algo mecânico e funcional, algo próximo da analogia mecanicista proposta por Harvey no estudo da circulação sanguínea, uma vez que ele utilizava os conceitos da física para explicar a fisiologia do sistema circulatório em função do conhecimento disponível em seu contexto. É importante ressaltar que Harvey viveu em plena Revolução Científica, período em que, segundo Jacob (1983, p.39), o mecanicismo era tão natural e necessário quanto “uma certa forma de vitalismo no início da biologia”. Nesse sentido, o médico fisiologia fez analogia do coração a uma bomba hidráulica, pois era a tecnologia comumente utilizada na época. Assim, utilizou-se de conceitos físicos sobre volume, fluxo e movimento (JACOB, 1983). Dessa forma, a analogia se deve pelo fato de que a circulação sanguínea era entendida na medida em que se concebia o funcionamento das bombas hidráulicas.

Isso não significa que o vitalismo não estivesse presente na teoria de Harvey. Pelo contrário, como o estudo dos batimentos cardíacos era de alta complexidade, principalmente no que se tratava da descrição sobre como eram controlados esses movimentos e a ordenação que eles tinham, Harvey não descartava a força vital para explicar previamente como eles ocorriam (DELIZOICOV; CARNEIRO; DELIZOICOV, 2004). Todavia, foi esse autor que contribuiu com a instalação do pensamento mecanicista no estudo do fenômeno vital (JACOB, 1983). Nas palavras de Jacob (1983, p.41):

“é porque o coração funciona como uma bomba que se torna acessível ao estudo. É porque a circulação é analisada em termos de volume, de fluxo, de rapidez que Harvey pode fazer com o sangue experiências”. (JACOB, 1983, p. 41)

Com o reforço das experiências de Harvey, o mecanicismo se instaurou na fisiologia dos seres vivos. Logo, definir a vida se fundamentava nos princípios básicos da matéria e nas leis mecânicas presentes nesta. Na mesma linha de pensamento, temos Lavoisier (1743-1794) ao

estudar o mecanismo da combustão. Para ele, a respiração de um pássaro funcionava semelhantemente à combustão de uma vela, por serem explicadas pelos mesmos conceitos, técnicas e medidas (JACOB, 1983). Nessa concepção, a vida foi analisada em termos de máquina, conforme foram sendo descobertos fenômenos físicos presentes no organismo vivo.

“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).

No excerto anterior, evidencia-se que o contexto das construções dos conhecimentos proporcionou o estudo e a explicação do mundo vivo de forma que não existisse uma fronteira bem delimitada - se a vida era problema da física, da química, da história natural ou da medicina. Essa ausência de fronteiras que delimitam os objetos a serem estudados conduziu às diferentes formas de interpretar o fenômeno vital. Enquanto para a física a vida é matéria que segue as leis universais, podendo ser entendida por meio do movimento, de sua fragmentação e compartimentalização (MAYR, 2008); para a química, a vida é a energia, que garante o movimento, a produção e dissipação de calor, para proporcionar o equilíbrio termodinâmico (GOULD, 1997; SCHNEIDER; KAY, 1997). Mas, e para a biologia? O que era a vida, antes do século XIX? Durante todo o cenário histórico, até meados do século XVIII, era a história natural que se ocupava das observações e descrições dos seres vivos. Essa ciência pouco lidou com os fenômenos biológicos inerentes à vida, tal como fez a fisiologia e a medicina, ou a física e a química. Até mesmo porque a história natural foi muito rechaçada devido ao seu método peculiar de estudo dos seres vivos – estritamente descritivo – não sendo considerada pela comunidade como um ramo da ciência (MAYR, 2008).

Todavia, foram com as descrições ao nível de espécies dos seres vivos, realizadas por naturalistas, que emergiram as propriedades singulares de cada ser vivo (JACOB, 1983). Nesse sentido, a primeira fronteira é levantada: a dos organismos e a das coisas. Essa separação se justifica porque o mundo vivo “forma uma trama interrupta”, sendo tudo “matizado, gradual” ao passo que a diversidade existente entre os seres, por mais discrepante que seja, possui uma ligação de interdependência, a qual é diferente da observada na matéria inerte (JACOB, p.79).

A partir das descrições dos seres vivos, a classificação atentou os naturalistas a investigarem as propriedades particulares destes, para que pudessem ser especificados. Nesse sentido, a reprodução é uma das propriedades essenciais da vida, com o intuito de proporcionar a manutenção de forma que a espécie se perpetue no meio em que vive (KOSHLAND, 2002; DAWKINS, 1979).

As primeiras definições que emergiram da história natural, em meados do século XVII e XVIII, e que contribuíram para o surgimento de uma ciência particular da vida, referiam-se aos conceitos de espécie, reprodução e organismo. Definir essas três palavras inerentes à vida requereu elaborar uma rede complexa de pensamento acerca do que cada uma delas implicava para o sistema vivo e para o fenômeno da vida. A reprodução, diferente da geração da vida que foi amplamente discutida nos embates entre as teorias abiogenistas e biogenistas, dizia respeito à capacidade que os seres tinham de engendrar-se, produzir seu semelhante (MAYR, 2008), como descrito na seção anterior. Mas, o conceito de reprodução só pode ser estabelecido após o de espécie. Carolus Linnaeus (1707-1778) contribuiu para isso ao perceber que a espécie⁷ não era apenas uma categoria privilegiada, em que são destacadas as semelhanças e diferenças entre os indivíduos, mas sim, pela capacidade das gerações sucessoras poderem gerar o seu semelhante (JACOB, 1983). Nesse sentido, a reprodução era a característica da vida, mas vida em nível de espécie, uma vez que um ser sozinho pode não ser capaz de produzir seu semelhante.

O importante de se destacar nesses dois conceitos discutidos é que, com a “ideia de reprodução, a pesquisa de um mecanismo comum a todos os seres vivos, a necessidade de ultrapassar a superfície visível e recorrer a uma organização oculta, tudo isso contribuirá para tornar possível uma biologia, isso é, uma ciência da vida.” (JACOB, 1983, p. 80). Foi Lamarck⁸ (1744-1829), junto com outros naturalistas em meados do século XVIII, que cunhou o termo biologia para designar o ramo da ciência que assumiria como objeto de estudo os organismos vivos (MAYR, 2008).

Logo no estabelecimento da biologia, como ciência da vida, temos as primeiras construções que conceituaram o organismo como um ser formado por matéria orgânica, diferente

⁷ Entendemos que o conceito de espécie tenha sido amplamente discutido ao longo do desenvolvimento da ciência da vida e, atualmente, apresenta-se uma abordagem mais complexa que esta. Mas por ora, nos atentamos ao pensamento da época para que o leitor possa compreender o contexto do surgimento da biologia enquanto ciência.

⁸ Segundo Mayr (2008), o termo biologia foi cunhado simultaneamente por Lamarck, Treviranus e Burdach em 1802.

da matéria das coisas (JACOB, 1983). Os estudiosos da vida percebiam que essas moléculas especiais estabeleciam interações complexamente organizadas, as quais eram presentes em todas as partes do ser (MARGULIS; SAGAN, 2002). Por meio das interações moleculares foi possível atribuir significado ao ser vivo como um todo, considerando a sua organização (MAYR, 2008). Em linhas gerais, o estudo da vida consistia no estudo da organização dos seres vivos – a qual passou a ser particular destes.

Perante o exposto, destacamos que foi com o surgimento de novas definições e conceitos sobre o fenômeno vital que as questões, cujas respostas se davam pelos princípios dos pensamentos mecanicistas e vitalistas, passaram a polarizar-se com uma forma de pensar a vida como algo emergente (EMMECHE; EL-HANI, 2000). O desenvolvimento da genética e da paleontologia, assim como também da ecologia e da evolução, foi colocando em xeque o princípio vital, a teologia e a equivalência das leis universais da física e da química para o mundo vivo, tendo-se a necessidade de uma nova abordagem para o fenômeno da vida (MAYR, 2008; MARGULIS; SAGAN, 2002; EMMECHE; EL-HANI, 2000).

A polarização mencionada entre as correntes vigentes sobre o pensamento do fenômeno vital foi sendo estruturada em meados do século XIX e XX, chamando de organicismo uma abordagem holística e mais complexa do estudo da vida (MAYR, 2008; 2005), ou de fisicalismo não-reducionista (EL-HANI, 2002). Essa forma de raciocínio traz para o centro o conceito de organismo e a possibilidade de explicar os processos vitais à luz de uma concepção que enfatiza as interações das partes com a relação do todo, levando em consideração que os seres vivos são sistemas abertos, altamente complexos e organizados, que também sofrem alterações mediante a exposição do meio por fatores evolutivos (MAYR, 2008). Nesta filosofia organicista podemos extrair modelos conceituais, teóricos e filosóficos que organizam as dimensões substantivas e as definições centrais de vida (EL-HANI, 2002; EMMECHE; EL-HANI, 2000).

O organicismo tem influenciado biólogos na busca de uma abordagem holística do fenômeno da vida ao assumir o organismo como principal foco de interesse. Nessa perspectiva, é preciso entender 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, 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 pela coordenação dos fenômenos que constituem o ser vivo e a emergência de características perante os níveis de organização (MAYR, 2008).

Mas, o que se observa na biologia moderna com o desenvolvimento da evolução, da genética e da biologia molecular é certo reducionismo e, por consequência, um mecanicismo nessa ciência em pleno século XX, com a valoração do estudo das microestruturas biológicas para o entendimento do todo. Isso implica um paradoxo em relação ao emprego do pensamento organicista para o estudo do fenômeno da vida (EL-HANI, 2002). Em parte, esse paradoxo é oriundo da própria emancipação da biologia como ciência, isso é, esta consolidou-se por meio da existência de várias áreas de estudo que investigavam o fenômeno da vida, mas que elas não se reuniam em uma ciência única, que estudasse especificamente a vida. Nesse sentido, a biologia se desenvolveu com uma ideia fragmentada de estudo, com a divisão das partes para se obter o conhecimento do organismo, o que fica claro na história de seu desenvolvimento ao observarmos as disciplinas separadas, como a botânica, a zoologia, a genética e outras que estudam as manifestações do fenômeno vital. Todavia, autores como Mayr (2005) e Gaylord (1957) defendiam a existência de uma ciência única da vida, a biologia, pensamento compartilhado por outros autores que também contribuíram para a própria teoria sintética da evolução. Em seu livro, *Life: An Introduction to Biology*, Gaylord em 1957 defende a crença em que

“há uma ciência unificada da vida, uma biologia geral que é diferente de um casamento forçado de botânica e zoologia, ou quaisquer outras das ciências particulares da vida. Acreditamos que esta ciência tem um corpo estabelecido e princípios de trabalho.” (GAYLORD, PITTENDRIGH; TIFFANY, 1957 *apud* SMOCOVITIS, 1992 p.2; tradução nossa.)

Diante dessa premissa, a vida e os organismos deveriam ser estudados pela biologia e a sua emancipação, em primeiro momento, se esforçou para separar a vida 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 uso de uma abordagem holística, que enfatiza o todo, trouxe como consequência o fato de que os biólogos têm se preocupado em descrever as 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 autorreproduzir, a capacidade de se adaptar ao ambiente e evoluir, utilizando estas propriedades como forma de elucidar os mecanismos da vida (MAYR, 2008). Todavia, como essas propriedades compreendem os processos vitais e são estudadas conjuntamente, cada uma delas isolada não é capaz por si só de explicar o fenômeno da vida. 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 (2008; 2005; 1998), por exemplo, propõe uma lista que contempla nove propriedades da vida, sendo que algumas já foram mencionadas anteriormente.

Ao entender a insuficiência de um conceito e definição satisfatória de vida por meio de listas de propriedades, o compromisso da biologia com essa abordagem holística permitiu estabelecer diferentes linhas de raciocínio, como o pensamento ontogenético⁹ (EMMECHE; EL-HANI, 2000). Nessa corrente de pensamento é possível conceituar a vida por meio de um englobamento de seus fenômenos para construir categorias definitórias que atendam à universalidade, coerência, elegância, organização e a sua especificidade (EMMECHE; EL-HANI, 2000).

Diante do exposto, o conceito de vida é capaz de propor uma definição satisfatória, a qual pode se aproximar da definição conjuntista ou prototípica, como descrita anteriormente. Vale lembrar, que em termos de definição, esta deve permitir lidar com as formas mais abrangentes de

⁹ Que se refere à ontogenia: processo evolutivo acerca das alterações biológicas sofridas pelo indivíduo, desde o seu nascimento, até seu desenvolvimento final (FERREIRA, 2010).

vida frente aos conhecimentos biológicos, que conseqüentemente melhor satisfazem a compreensão geral dos sistemas vivos de forma objetiva e integrada (COUTINHO, 2005; EMMECHE; EL-HANI, 2000).

Entretanto, ao avaliar as particularidades da biologia e de suas subáreas como a genética, bioquímica, ecologia, anatomia, fisiologia, entre outras, as categorias ontogenéticas listadas anteriormente podem não se inserir na maioria dos problemas específicos de cada subárea, o que nos retoma a questão de possíveis definições prototípicas de vida.

Algumas definições prototípicas atuais podem se aproximar de definições ontogenéticas, uma vez que são consideradas amplas e não necessariamente universais, porém, são eficientes para definir o que é a vida. Essas definições foram propostas por distintos epistemólogos da biologia, em decorrência do desenvolvimento da ciência. São essas definições que nos fornecem conceitos, que contribuem para o entendimento dos discursos de professores e pesquisadores das ciências biológicas envolvidos neste estudo, uma vez que foram investigadas as respectivas construções conceituais e definitórias de vida por estes sujeitos.

Uma definição ontogenética é intitulada de seleção natural de replicadores – descrita inicialmente por Richard Dawkins em 1979 – que traz uma referência ao paradigma moderno da biologia, a teoria sintética da evolução. 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 genótipo¹⁰ e fenótipo¹¹, 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

¹⁰ Refere-se à constituição genética de um dado ser. São os alelos, os genes, herdados por meio da reprodução dos progenitores (SINUSTAD; SIMONS, 2008).

¹¹ 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).

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, apenas os genes sobrevivem a essas recombinações. São os “genes egoístas” as bases da vida. Trata-se de uma definição aos olhos da evolução (EMMECHE; EL-HANI, 2000).

Todavia, para conceituar e definir a vida por meio dessa categoria ontogenética, primeiramente, era 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).

O organismo passa a ser um “epifenômeno” nessa concepção de vida porque o gene assume o papel central. Logo, temos a confirmação do paradoxo da abordagem organicista utilizada pela biologia no século XX – em que o organismo deixa de ocupar o centro da problemática (SMOCOVITIS, 1992). Toda a importância atribuída ao gene, como principal elemento da vida, deveu-se em parte aos ensaios precursores de Erwin Schrödinger (1887-1961), em seu livro *What is life?* publicado em 1944. Nessa obra, embora o autor ainda não tivesse conhecimento sobre o DNA e o RNA, ele defendia 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. Vale ressaltar que devido aos trabalhos de Schwann e Schleiden, como mencionado anteriormente, ao identificarem a presença de cristais na célula e postularem sua organização molecular tal como é feita pelos cristais, influenciou o contexto das pesquisas de Schrödinger, podendo ter inspirado este autor a denominar o que mais tarde viria a ser o DNA de cristal aperiódico.

Com base nos conhecimentos sobre os cristais, para Schrödinger (1997) a vida se assemelha a um padrão de repetições que podem ser 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, graças a um mecanismo eficiente em que o gene tem de

manter a ordem (neguentropia) a partir da desordem (entropia). Essa afirmação do autor trouxe grande contribuição na mudança do pensamento biológico em questões químicas e físicas sobre o potencial do “cristal aperiódico” e o funcionamento de seus genes, mostrando a interdependência que essa ciência possui com as demais para explicar o fenômeno da vida.

Outra definição ontogenética proposta e que compartilha, em parte, categorias da seleção natural de replicadores, é a definição de vida por autopoiese. Humberto Maturana e Francisco Varela (1998) explicam a vida por meio de um processo de "autocriação", como o que acontece durante o ciclo celular nos seres vivos. Para os 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 homeostase¹².

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. Assim, as perturbações que decorrem das trocas que essa máquina faz com o meio e as consequentes mudanças nas variantes que compõe o sistema pertencem ao contexto em que a máquina está

¹² Equilíbrio entre os componentes dos seres vivos que possibilitam o funcionamento do metabolismo.

inserida. A máquina se mantém fechada, invariante, por conta do material genético, que já possui um programa para lidar com variações do ambiente, de modo a garantir sua autoprodução.

O pensamento autopoietico tem contribuído para as teorias biológicas, principalmente, para a concepção e definição de vida, que é o ponto de partida para os estudos dos processos vitais. Partindo do contexto em que Maturana e Varella (1998) estabeleceram essa teoria (figura 3), podemos perceber que os ensaios de Dawkins (1979), sobre o gene egoísta, compartilham alguns dos conceitos presentes na autopoiese, uma vez que o programa genético é essencial para o armazenamento de informações, replicações e produção de relações.

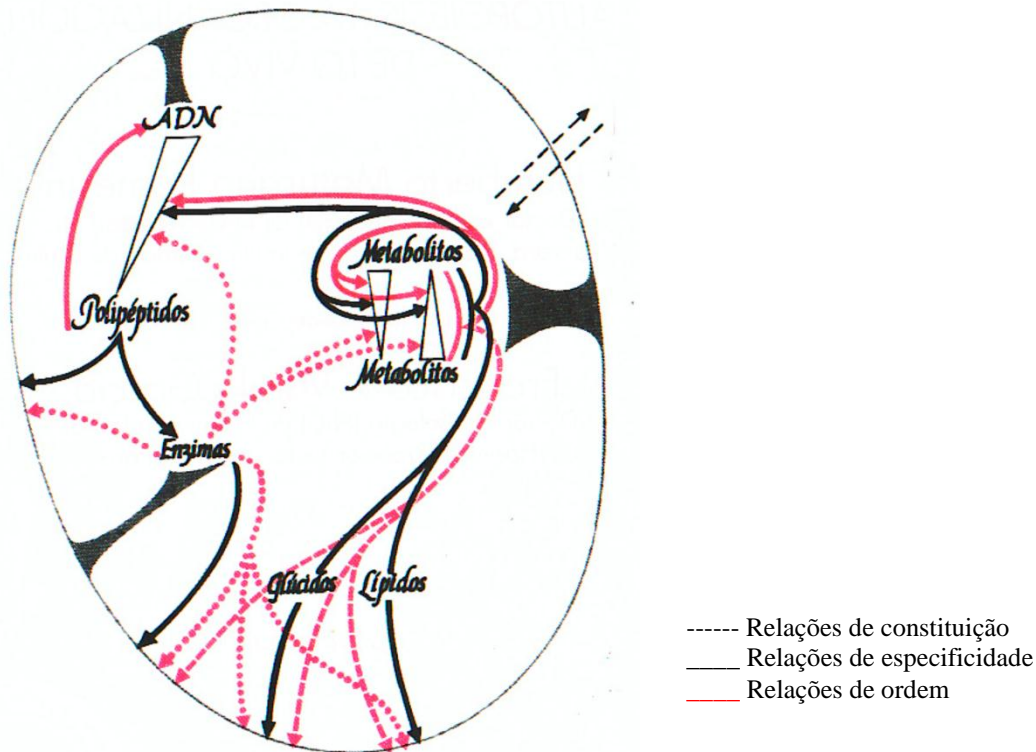


Figura 3 Representação da máquina autopoietica (fonte: MATURANA; VARELA, 1998)

O esquema que representa o funcionamento da máquina autopoietica mostra as trocas que ela necessita realizar com o meio, ou seja, é do ambiente que a máquina retira a matéria prima, mostrando a forte interação que esta assume com o meio. Mas, para o substrato poder fazer parte dos constituintes da maquinaria é necessário ser transformado e, para isso, entra em cena o papel do ADN (DNA) na produção de polipeptídios (enzimas e proteínas) que irão se encarregar de usar esse material para agregá-lo à máquina. É nesse sentido que o fenômeno autopoietico é

fechado, sem entradas e saídas, pois sua operação e manutenção não variam, uma vez que são estabelecidas pelo próprio gene contido no material genético.

Em meio às contribuições de Dawkins, Maturana e Varela, voltadas para uma definição de vida por meio de um determinismo genético, temos, por outro lado, pesquisadores como Tom Cavalier-Smith, que ao estudar as membranas celulares, percebeu que além do genoma, essas estruturas formadas de fosfolipídios, proteínas e glicídios também são capazes de armazenar informações (JABLONKA; LAMB, 2010). “A noção popular de que o genoma contém ‘toda a informação necessária para construir um verme’ é falsa”, segundo Cavalier-Smith, citado por Jablonka e Lamb (2010, p.152).

Estudos desenvolvidos com proteínas anômalas, os *prions*, revelam que apesar de elas não possuírem DNA ou RNA, são capazes de se automodelar e mudar sua conformação normal para uma diferenciada que, inclusive, é capaz de modelar outras normais (JABLONKA; LAMB, 2010). A partir disso, de uma proteína anômala, sua atividade passa a ser diferenciada e provocar uma alteração no metabolismo celular. Hoje sabemos que muitos *prions* são infecciosos e causadores de doenças degenerativas do sistema nervoso, como a popular doença da vaca-louca, mas, o que influencia a automodelagem dessas proteínas e sua capacidade de transformar outras proteínas normais em anômalas, ainda não se sabe, porém, com esses indícios a vida pode ser concebida como um *sistema autônomo com evolução aberta*.

A definição de vida como "sistema autônomo com evolução aberta", também é uma das subcategorias ontogenéticas que obtém sucesso nas formas de pensamento sobre esse fenômeno (CORRÊA, MEGLHIORATTI, CALDEIRA, 2009; CORREA *et al.*, 2008). Essa concepção faz referência aos processos seletivos e evolutivos, porém relacionados às interações complexas que os seres vivos possuem com o meio (RUIZ-MIRAZO *et al.*, 2004). Algo que James Lovelock defende em sua hipótese GAIA, pois para ele a vida é um sistema de retroalimentação que se constrói por meio das interações (LOVELOCK, 1988). Além disso, essa subcategoria ontogenética 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 é um sistema que busca sempre manter sua organização e é capaz de variar sua dinâmica com o meio por razões não pré-estabelecidas, podendo passar

suas alterações às demais gerações, sucessivamente, como no caso das membranas e *prions*. Logo, a vida, nesta concepção, é a interação de seu sistema com o meio para manter-se estável.

Entre as formas ontogenéticas de se pensar sobre a vida, a biossemiótica é proposta para atender as necessidades interpretativas dos sistemas vivos (EMMECHE, 1998). Essa corrente proporciona a compreensão da organização dos seres vivos por meio dos signos presentes na natureza (HOFFMEYER; EMMECHE, 1991). Uma vez que essa vertente utiliza uma teoria lógica dos fenômenos, é possível estudar a vida perante a essência de todas as suas variedades de signos para a sua comunicação. Esse pensamento, embora estabeleça diálogo com as teorias de seleção natural e autopoiese, ainda é recente na filosofia da biologia, sendo fundamentado pela teoria de Charles Sanders Peirce, do século XIX, que pressupõe que o signo se relaciona triadicamente com o objeto e a interpretação deste (PEIRCE, 1995). Embora essa visão assuma aspectos metafóricos, ela é eficiente para explicar o funcionamento dos sistemas vivos, incluindo estudos de cunho molecular, os quais podem ser citados com a tentativa de interpretar as ações dos signos contidos na informação gênica e também para o surgimento das primeiras células no mundo vivo (CORRÊA et al, 2008; EMMECHE; EL-HANI, 2000).

Neste ponto, ao mensurar o grandioso valor da definição conceitual de vida e seu emprego nas diversas áreas de estudo, acreditamos que o problema da definição de vida é algo passível de resolução. Logo, a curiosidade sobre as possíveis divergências em função das distintas organizações do pensamento servem como base para a motivação inicial deste trabalho. Concebemos que é por meio dos conhecimentos científicos que os professores e pesquisadores das ciências da vida podem chegar a conceitos e definições sobre esse fenômeno. No entanto, entendemos que o trabalho de conceituar e definir a vida, como objeto de estudo da biologia, não se restringe apenas à academia científica, uma vez que todo o conhecimento gerado nesse âmbito é transposto para os saberes escolares, que irão formar cidadãos e novos professores e pesquisadores de diversas áreas, incluindo a biologia. Com base neste ensaio, a seção a seguir refere-se aos trabalhos realizados pela academia no processo de formação dos indivíduos, na qual se tem um panorama geral de como a vida é abordada no ensino de ciências e biologia, desde a educação básica ao ensino superior.

1.3 A concepção de vida no ensino de ciências e biologia

A vida é um fenômeno que tem sido abordado pelos ensaios históricos, filosóficos e científicos, no que diz respeito às grandes sistematizações sobre o seu entendimento. No entanto, conhecer e entender o fenômeno da vida pode implicar no uso de distintas formas de pensamento e visões de mundo – como as abordadas até então –, principalmente durante o processo de formação dos indivíduos. Entendemos que o contexto é essencial para a recorrência dessas formas de pensamento, e por isso, nos preocupamos em trazer as pesquisas desenvolvidas sobre o fenômeno da vida no ensino de ciências e biologia, desde o ensino básico até o ensino superior. Esta seção se faz pertinente, uma vez que a presente pesquisa envolve professores pesquisadores do ensino superior como sujeitos. Logo, a vida no contexto do ensino é relevante para entendermos o que professores e alunos explanam sobre esse fenômeno.

Nesta revisão bibliográfica, apresentaremos um mapeamento sobre as principais discussões acerca da construção do conhecimento referente às abordagens do fenômeno vida nas produções acadêmicas realizadas na área de pesquisa em ensino de ciências e biologia.

O estudo teve início com uma busca de trabalhos publicados em periódicos referenciados no portal da CAPES e/ou em anais de eventos referentes à educação. Devido ao número limitado de publicações sobre o tema nessas fontes, a busca foi ampliada para revistas eletrônicas nacionais e internacionais, bem como para o banco de dissertações e teses disponíveis em portais de cursos de pós-graduação em ensino de ciências e ou educação de universidades do território brasileiro. O critério que delineou a busca foi procurar trabalhos que contemplassem o fenômeno vida e, dentro destes, foram selecionados aqueles que se referem à pesquisa no ensino de ciências e/ou biologia. Após a busca, foram encontrados sete artigos (A), uma dissertação (D) e uma tese (T), que abordam o fenômeno da vida no ensino de ciências e biologia na perspectiva teórica desta seção. No Quadro 01, trazemos o *Objeto de pesquisa e sujeitos envolvidos* com a intenção de obter um panorama da abrangência do tema e facilitar as discussões da abordagem das concepções de vida no ensino.

Quadro 01 Objeto de pesquisa e sujeitos envolvidos

Categorias	A	D	T
01. As concepções sobre o fenômeno vida pelos alunos da educação básica	4	0	0
02. As concepções sobre o fenômeno vida pelos professores da educação básica	2	0	0
03. As definições de vida presentes nos livros didáticos	1	0	0
04. Perfis conceituais de alunos do ensino médio	1	0	0
05. O perfil conceitual de vida pelos alunos de graduação	0	1	1
06. Ontodefinições de vida no perfil conceitual de alunos de pós-graduação	1	0	1

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Com as categorias do Quadro 01 observamos artigos que trabalharam com as concepções sobre o fenômeno vida pelos alunos e professores da educação básica. A estratégia para a constituição dos dados nas pesquisas variou entre questionários fechados a entrevistas semiestruturadas para a análise de discurso, como em Freitas (1989), Corrêa et al (2008) e Correia, Meghioratti e Caldeira (2009). A pesquisa desenvolvida por Kawasaki e El-Hani (2002) se enquadra na categoria 03, pois teve como objeto de estudo as definições de vida presentes nos livros didáticos.

O estudo de Matos *et al* (2007) teve como sujeitos os alunos do ensino médio de escolas evangélicas e não evangélicas para trabalhar com os perfis conceituais desses sujeitos (categoria 04). A dissertação de Silva (2006) e a tese de Coutinho (2005) pesquisaram o perfil conceitual de vida pelos alunos de graduação. Nesses dois trabalhos, as ontodefinições de vida no perfil conceitual de alunos de pós-graduação, referente à última categoria do quadro 01, compreendem os estudos do artigo de Coutinho, El-Hani e Mortimer (2005), bem como, da referida tese.

As quatro primeiras categorias do quadro sintético apontam para a necessidade de investigar como os alunos e professores da educação básica estabelecem seus conhecimentos sobre os fenômenos biológicos para o entendimento do que é a vida, uma vez que esses conhecimentos fazem parte da formação do indivíduo e são pertinentes tanto no contexto social quanto acadêmico. No entanto, as duas últimas categorias revelam a necessidade de abordar a temática no ensino superior, considerando a importância dessas discussões no processo de formação inicial e continuada de professores de ciências e biologia.

A pesquisa desenvolvida por Freitas (1989) investigou como era feito a distinção entre ser vivo do ser inanimado pelos alunos de 3º, 5º, 6º e 7º ano do ensino fundamental, com o objetivo de comparar as teorias de Piaget – no que se referem aos estágios do desenvolvimento do conceito de vida pelas crianças – por meio de uma pesquisa quali-quantitativa, na qual foi

utilizada a entrevista semiestruturada para a coleta de dados. No estudo deste autor, concluiu-se que os alunos não manifestavam os estágios do desenvolvimento do conceito de vida previsto por Piaget, mas, sim, a construção de concepções alternativas sobre a vida, tais como: defini-la por meio da composição dos seres vivos, por meio da presença de órgãos, presença ou não de água e de materiais simples.

Os artigos que realizaram investigações acerca das concepções que foram externalizadas pelos seus respectivos sujeitos de pesquisa utilizaram como estratégia de coleta de dados entrevistas semiestruturadas e a análise de discurso (AD). Vale ressaltar que os trabalhos de Corrêa, Meglhoratti e Caldeira (2009) e Silva, Andrade e Caldeira (2009), tiveram o propósito de fomentar discussões sobre as principais correntes de pensamento presentes nas falas de alunos e professores. Esses estudos mostraram que os alunos forneceram explicações biológicas, amparadas pelo entendimento dos processos vitais, algo que Mayr (2008) considerava peculiar da vida e possível de se fazer – definir a vida enquanto processo. Os autores também identificaram a forte presença de concepções alternativas nos discursos produzidos pelos sujeitos pesquisados, corroborando os estudos de Freitas (1989). É importante destacarmos a relevância dos trabalhos acima mencionados, uma vez que estes também mostraram a dificuldade e até mesmo a insuficiência nas explanações de alunos e de professores sobre o conceito de vida. Os autores apontaram a importância da elaboração de materiais didáticos que melhor esclareçam as ontodefinições de vida e também para a formação de professores, com o intuito de capacitá-los para realizar transposições didáticas das linhas de pensamento que melhor conceituam o fenômeno vital.

Os trabalhos que investigaram as contribuições dos aspectos históricos e filosóficos na construção de concepções de vida, também utilizaram como estratégia para a coleta de dados a entrevista semiestruturada. Os pesquisadores consideraram que as propostas de definições discutidas pela história e filosofia da biologia funcionam como “uma rede conceitual integradora de diversos conceitos e que não se limitam apenas à elaboração de uma lista de características.” (CORRÊA, MEGLHORATTI e CALDEIRA, 2009, p.2). Além disso, tendo em vista a atual fragmentação do ensino de ciências e biologia, os autores são unânimes em relação ao emprego do termo “integração” para o estudo do fenômeno vital. Nas palavras de Corrêa *et al* (2008 p. 23):

“o conceito de vida é importante para integrar o conhecimento biológico a partir de determinadas abordagens. Estudos indicam que algumas das explicações teoricamente bem fundamentadas do conceito de vida já presentes na Biologia Teórica poderiam funcionar como uma rede conceitual unificadora das diversas áreas da biologia promovendo maior integração no ensino de ciências e menor fragmentação dos diversos conceitos da biologia.”

Nessa perspectiva, os resultados dos trabalhos desses autores reforçaram a necessidade dos discursos de professores contemplarem aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida, uma vez que em suas explicações sobre este fenômeno comumente se distanciou destas.

As pesquisas de Coutinho (2005), El-Hani e Mortimer (2005) e também de Silva (2006), por trabalharem com a construção de 'zonas' de conhecimento para o estabelecimento de um perfil conceitual de vida, utilizaram as ontodefinições como caminho possível para a integração da explicação do fenômeno. Alguns dos conceitos ontogenéticos destacados pelos autores são: a) seleção natural de replicadores, pois o ser vivo tem a capacidade de replicar-se e consigo preservar, mesmo com as mudanças provocadas pela evolução, o seu material genético; b) autopoiese, que define a vida como uma capacidade de 'autoconstrução' por meio de um sistema metabólico que tem a capacidade de se autorregular; e a c) biossemiótica, que envolve a capacidade do ser vivo produzir, reproduzir e interpretar os signos, ou seja, como um organismo capaz, por meio destes, de se comunicar. Para os autores das pesquisas, a vida possui definições diversificadas e paradigmas de conceituação diferentes, sendo possível, por meio da construção de um perfil conceitual, a coexistência dessas definições. Por exemplo, existem diversas formas de se pensar em um conceito de vida, de modo que, um único indivíduo é capaz de compreender esse conceito de diversas formas. Partindo dessa premissa, os trabalhos necessitaram da elaboração de 'zonas' de conhecimento, considerando que são estas as facilitadoras da construção do perfil conceitual, principalmente quando nessas zonas são incluídos os aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida presentes na formação do indivíduo.

O trabalho de Matos *et al* (2007) teve por objetivo comparar os perfis conceituais de alunos do ensino médio de escolas evangélicas de escolas não evangélicas. No estudo, os autores identificaram diferentes perfis de acordo com a influência religiosa presente no âmbito educacional. Os alunos influenciados pela formação religiosa manifestaram zonas de conhecimento mais externalistas – no sentido de que a vida é uma essência externa aos seres

vivos, que possui uma dada finalidade – quando comparados aos alunos que não estudavam em colégios evangélicos. Essa concepção corrobora as correntes de pensamento animista e vitalista, como descritas nas sessões anteriores. Todavia, nos anos finais do ensino médio, ambos os alunos apresentaram um maior desenvolvimento da zona de conhecimento internalista – em que a vida é compreendida como processos internos dos seres vivos.

Após o panorama geral das pesquisas desenvolvidas no ensino, finalizamos esta seção ao trazer o Quadro 02 com a síntese sobre as *Conclusões das pesquisas sobre o fenômeno da vida no ensino*. As categorias deste quadro foram pautadas nas principais discussões elencadas pelos autores dos trabalhos analisados.

Quadro 02 Conclusões das pesquisas sobre o fenômeno da vida no ensino

Categorias	A	D	T
01. É possível definir o conceito de vida	7	1	1
02. Os conhecimentos sobre a história e epistemologia auxiliam na definição de vida	3	1	1
03. Faz-se necessário mudar a abordagem do fenômeno vital no processo de ensino e aprendizagem	3	0	0
04. O conceito de vida tem potencial para integrar os conhecimentos biológicos	7	1	1
05. O conceito de vida fornece ferramentas para a construção de procedimentos metodológicos	1	1	1

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Embora os trabalhos tenham sido realizados sob diferentes perspectivas e abordagens, os autores apresentam em suas conclusões o consenso de que é possível definir vida (categoria 01).

Na categoria 02, os três trabalhos apresentam uma construção dos aspectos históricos e filosóficos que contribuem para a conceituação de vida. As pesquisas desenvolvidas por Corrêa *et al.* (2008) e Corrêa, Meglhioratti e Caldeira (2009) contribuíram com a identificação de diversas categorias oriundas das análises dos discursos dos professores da educação básica, que perpassam pelas correntes de pensamento animista, mecanicista, vitalista, organicista e ontogenética.

Os trabalhos inseridos na categoria 03 do quadro, em suas conclusões, apontam a necessidade de mudar a abordagem do fenômeno vital no processo de ensino e aprendizagem para que os alunos consigam, não apenas diferenciar o vivo do não vivo, mas também, saber relacionar paradigmas distintos do conceito de vida e adotar um pensamento acerca desse fenômeno mais próximo da biologia moderna e de forma mais integrada. Assim, todos os trabalhos analisados são unânimes em afirmar que esses pensamentos integrados acerca da vida podem contribuir para unificar as diversas áreas do conhecimento biológico (categoria 04).

A construção de um perfil conceitual de vida presente nos trabalhos de Silva (2006), Coutinho (2005) e Coutinho, El-Hani e Mortimer (2005) sugeriram novas ferramentas para a construção de procedimentos metodológicos de investigação (categoria 05), como, a utilização de situações-problema para a tomada de consciência do perfil conceitual de vida, uma vez que as metodologias atuais utilizadas no ensino de biologia são comumente fragmentadas e não exploram discussões de diferentes pontos de vista sobre o conceito de vida.

Ao final desta revisão, pode-se concluir que há interesse da academia em investigar a abordagem do fenômeno vida no ensino de ciências e biologia, tanto no nível básico como no nível superior. Consideramos o tema complexo e emergente, o que justifica o número obtido dos trabalhos analisados para este estudo bibliográfico. Entretanto, os apontamentos desta revisão de literatura mostram os esforços de autores para reforçar a importância de um conceito objetivo, organizado e integrado sobre o fenômeno vida no processo de formação de alunos e de professores.

Perante a unanimidade das conclusões dos trabalhos, a vida tem sido definida e as distintas formas de pensamento podem contribuir com um melhor entendimento desse fenômeno. Ao que tudo indica, para se chegar a uma definição de vida é essencial reunir as diversas formas de abordá-la, o que proporciona o resgate de reflexões epistemológicas acerca do objeto de estudo da biologia.

Ao analisarmos a recorrência da análise de discurso (AD) nos trabalhos referentes às concepções de vida no ensino, percebemos que a proposta desta pesquisa, além de contribuir para o enriquecimento de reflexões sobre as categorias definitórias desse fenômeno, também traz como novidade a investigação das concepções de professores pesquisadores do curso de ciências biológicas, atuantes em instituição de ensino superior. Nesse sentido, mostraremos no capítulo a seguir como a AD nos permite obter enunciações dos sujeitos que remetem à construção de um pensamento sobre a ciência biologia, os principais problemas que permitiram seu desenvolvimento e, principalmente, sobre o fenômeno da vida, no que diz respeito a conceitos e definições.

CAPÍTULO II

O que o dizer permite significar

2.1 Sobre a Análise de Discurso da linha francesa na pesquisa qualitativa

O quadro histórico, filosófico e acadêmico sobre o fenômeno vital, que fundamentou o capítulo anterior, nos instigou a buscar compreender como a formação e atuação de professores pesquisadores das Ciências Biológicas pode estar presente na construção de um pensamento que conceitue e defina a vida. Pensamos que os elementos para essa compreensão poderiam ser provenientes de diálogos realizados com esses profissionais, sendo analisados por meio de uma metodologia que possibilite a pesquisa qualitativa. Ao buscarmos uma estratégia metodológica para esta pesquisa é que recorremos aos estudos da análise de discurso (AD) da linha francesa, muito estudada e interpretada no Brasil por Eni Orlandi.

A análise de discurso, doravante AD, é considerada como uma disciplina no campo da linguística, uma vez que essa estratégia emergiu de um contexto de mudanças políticas e sociais, no qual se tinha a preocupação de estudar o poder do discurso para a formação de ideologias (ORLANDI, 2001). Assim, a AD era comumente utilizada pelas as ciências políticas, sociais, além da própria linguística. Atualmente, temos observado a expansão da aplicação dessa estratégia metodológica em demais campos, como na educação. Pesquisas interessadas na compreensão das formações discursivas de alunos e professores foram realizadas perante situações experimentais dentro e fora da sala de aula, com propósitos diferenciados, partindo desde a exploração de conceitos e definições à investigação de elementos pertinentes do próprio discurso.

No Brasil, na última década, a linha francesa também tem sido utilizada para o estudo de uma perspectiva discursiva da linguagem no ensino de ciências, com o intuito de investigar os sentidos produzidos acerca da própria ciência, tecnologia e suas implicações (ALMEIDA, 2004).

O presente estudo se insere no contexto do ensino de ciências, mais precisamente das diversas áreas das Ciências Biológicas como a botânica, a biologia celular, a genética, a bioquímica e a ecologia. Nesse sentido, recorremos à AD para que os discursos de professores pesquisadores dessas áreas produzam sentidos referentes às concepções de vida externalizadas, uma vez que com essa estratégia os dizeres dos indivíduos são materializados, principalmente,

sob a influência do meio a que pertencem, ou do grupo ao qual representa (ORLANDI, 2001; LANGHI; NARDI, 2005). Todavia, para podermos produzir esses sentidos, faz-se necessário apresentar os elementos pertinentes do discurso para a produção de interpretações dos mesmos. Dessa forma, neste capítulo são apresentados, nas sessões a seguir, os tópicos importantes e peculiares deste referencial metodológico.

2.2 Como o discurso é formado?

Para os estudiosos da AD de linha francesa como Orlandi (1999; 2001), que fundamenta seus estudos em Michael Pêcheux (1938-1983), o discurso provém de um meio sócio-histórico, elaborado por diversas formas de manifestar a linguagem, que por sua vez é carregada de signos que fazem menção aos sentidos por eles produzidos. Esses sentidos da linguagem derivam de diferentes formas de significar, que também consideram o tempo, o espaço, as tendências e as autorias (ORLANDI, 2001). Foi com a perspectiva de analisar os significados da linguagem, em contexto de mudanças políticas, sociais e culturais, ocorridas na França em meados da década de 1960, que Pêcheux contribuiu para desencadear a construção teórica da AD (HENRY, 1993).

Por discurso se entende o movimento da palavra, ou a prática da linguagem (ORLANDI, 2001). Para Pêcheux naquele tempo, essa prática foi importante para as mudanças na forma de se pensar nas ciências sociais, uma vez que estavam diretamente relacionadas com a prática política, que a seu ver, tinha o discurso como principal instrumento (HENRY, 1993). Para o autor, a prática discursiva é carregada de ideologia, sendo responsável pela produção das distintas relações sociais (PÊCHEUX, 1990).

Ao criar um instrumento analítico em sua obra intitulada “Análise automática do discurso”, Pêcheux (1990) suscita questões ao objeto de análise das ciências sociais que até então não haviam sido abordadas. Para ele, o conceito de linguagem é sustentado por três pilares: a linguística, o materialismo histórico e a psicanálise. Isso remete ao que é chamado também de tríplice aliança (linguagem-sujeito-história), responsável por dar origem ao discurso como objeto de análise. Diante dessa premissa, para Orlandi (2001), a AD

“Interroga a Linguística pela historicidade que deixa de lado, questiona o Materialismo perguntando pelo simbólico e se

demarca da Psicanálise pelo modo como, considerando a historicidade, trabalha a ideologia como materialmente relacionada ao inconsciente sem ser absorvida por ele. (p.20)”

Dessa forma, o discurso não é apenas uma transmissão de informações, ou meio de comunicação, mas também, um “efeito de sentido entre interlocutores” (PÊCHEUX, 1990, p. 82). Quando dialogamos, escrevemos, ou lemos, só é possível dizer que se passa por um processo de formação de um discurso, mesmo que de forma inconsciente, se essas situações estabelecem a “identificação do sujeito, de argumentação, de subjetivação, de construção da realidade” (ORLANDI, 2001, p.21), considerando a relação entre sujeitos e sentidos para a produção de seus efeitos distintos.

Para melhor entender como os pesquisadores que utilizam a AD consideram essas relações para proporcionar interpretações dos discursos com significados que se aproximam do contexto do sujeito, na próxima seção serão abordados os elementos presentes no discurso.

2.3 Quais são os elementos do discurso?

Por considerarmos que o discurso é a palavra em movimento, pode-se dizer também que é um processo dependente de linguagem, de sujeito e de historicidade para a atribuição de significados aos objetos simbólicos (ORLANDI, 2001). A linguagem permite a atribuição de sentidos porque ela faz parte do contexto histórico. O sujeito, perante o discurso, assume uma natureza psicanalítica que permite atribuir um lugar social, além disso, também uma posição central na AD por conta de sua construção da realidade. Nas palavras de Orlandi (2001, p.99):

“O sujeito, na análise de discurso, é posição entre outras, subjetivando-se na medida mesmo em que se projeta de sua situação (lugar) no mundo para sua posição no discurso. Essa projeção-material transforma a situação social (empírica) em posição-sujeito (discursiva). Vale ressaltar que sujeito e sentido se constituem ao mesmo tempo, na articulação da língua com a história, em que entram o imaginário e a ideologia.”

Quando falamos da posição do sujeito no discurso, estamos remetendo a alguns elementos característicos da AD, como a *antecipação*, a *relação de sentidos e forças*, a *formação imaginária* e a *formação discursiva*. Para cada um desses elementos, temos as implicações na

produção de significados, que valem ser mencionados para que o leitor possa compreender os passos que percorremos para chegar às nossas interpretações.

Durante a entrevista, é comum o interlocutor procurar estabelecer contato com o sujeito entrevistado e, de preferência, de modo mais imparcial possível. No entanto, o entrevistado tem a capacidade de experimentar ou colocar-se no lugar do interlocutor. É nesse momento que a atenção deve ser voltada para o mecanismo de *antecipação*, pois isso influencia diretamente no poder de argumentação do discurso do sujeito, uma vez que este será direcionado premeditadamente para os efeitos que possam causar no ouvinte (ORLANDI, 2001). Ou seja, o entrevistado dirige seu poder de argumentação para causar efeito no interlocutor, podendo ser o seu dizer de um modo ou de outro para alcançar tal feito.

A *relação de sentidos* é observada na continuidade que um discurso possui. Ao considerarmos que o sujeito é formado perante outras formas discursivas, seu discurso pode apontar para outros que o sustentam, sem haver uma demarcação de seu começo e de seu fim. Segundo Orlandi (2001, p. 39), “um dizer tem relação com outros dizeres realizados, imaginados ou possíveis.”.

Para a *relação de forças*, o investigador deve considerar o lugar de onde fala o sujeito, pois sua fala é construído de sua posição e pode atribuir um sentido valorativo de poder, considerando as relações hierarquizadas. Nesse sentido, podemos relacionar essa força com a própria *formação imaginária* que o sujeito constrói de si perante o discurso, ao passo que de um lado temos a mensuração do poder do discurso e do outro, a posição social do mesmo (ORLANDI, 2001). Logo, o poder do discurso de um professor de ecologia, que realiza pesquisa na área, é maior que o poder do discurso de um aluno estagiário de ecologia. Isso pode ser mensurado por meio da segurança durante a fala e pelo modo como se organiza mentalmente a construção do dizer, sendo essa organização revelada durante o processo discursivo.

A *formação imaginária* é, também, frequentemente observada no discurso quando o sujeito estabelece sua relação com o meio que o cerca, pois seu modo de falar e de produzir certos sentidos assume determinada posição social, a qual pode ser identificada, principalmente, pelo modo como o sujeito se vê em suas construções (ORLANDI, 2001). Em suma, a formação imaginária mostra o quanto o discurso vincula-se ao simbólico e o político do lugar em que o

sujeito está inserido, e a AD permite atravessar esse imaginário condicionante para explicar como os sentidos estão sendo produzidos.

Vale ressaltar que a *formação imaginária* ainda é diferente da formação discursiva. A primeira permite referir nas condições de produção do discurso e, a partir disso, estabelecer as relações do discurso com a memória e a *formação discursiva*. Já esta, é responsável pelo dizer carregar certas posições ideológicas (ORLANDI, 2001). Logo, é a posição do sujeito que determina sua *formação discursiva*, que, de acordo com Orlandi (2001, p.43), “se define como aquilo que em uma formação ideológica dada – ou seja, a partir de uma posição dada em uma conjuntura sócio-histórico dada – determina o que pode e deve ser dito.”.

Realizar uma AD significa também fazer uma análise sociológica e psicológica da linguagem pertinente ao contexto, uma vez que esta se carrega de ideologia por não ser neutra tampouco inocente (LANGHI; NARDI, 2005). No entanto, os traços ideológicos são formados a partir de outras ideologias. Isso é identificado na forma como o discurso produz seus efeitos.

“As palavras falam com outras palavras. Toda palavra é sempre parte de um discurso. E todo discurso se delinea em relação com outros: dizeres presentes e dizeres que se alojam na memória.”
(ORLANDI, 2001, p. 43)

Diante do exposto, a *formação discursiva* pode ser considerada uma regionalização do interdiscurso de Pêcheux (1975, p. 162), uma vez que para ele “... toda formação discursiva dissimula, pela sua transparência de sentido que nela se constitui, sua dependência com relação ao ‘todo complexo dominante’ das formações discursivas, intrincado no complexo das formações ideológicas”. Nesse caso, também é importante destacar que o interdiscurso para Pêcheux se aproxima do conceito de memória discursiva proposto por Orlandi (2001). Para essa autora, quando o sujeito enuncia, há embutido no dizer uma estratificação de formulações que já foram feitas por outras enunciações, no entanto, que foram esquecidas. Assim, pode-se dizer que a memória discursiva é composta pelo esquecimento, sendo esta um tipo de memória “inconsciente” por não se ter o controle dos sentidos que se reconstruem sobre os sentidos do sujeito, fornecendo a ilusão de que o sujeito é a origem do dizer.

Diferente do interdiscurso, e que pode ser confundido com uma forma de esquecimento, é quando o sujeito enuncia de diferentes formas o mesmo dizer sedimentado.

Quando isso ocorre, podemos identificar como paráfrase (ORLANDI, 2001). Em um primeiro momento pode parecer difícil traçar limites entre o mesmo e o diferente, mas, quando o dizer sempre retorna ao mesmo, quando há sempre algo que se mantém, pode-se delimitar a paráfrase. Já a polissemia é uma ruptura da significação. Ou seja, não se trata de uma questão de utilizar distintas formas de discursar sobre um dado objeto, e sim, um novo discurso para o mesmo objeto. É dizer algo que não foi dito, criar algo novo, mesmo que reitere processos já cristalizados, o que no caso da AD significa romper com o “processo de produção da linguagem, pelo deslocamento de regras, fazendo intervir o diferente, produzindo movimentos que afetam os sujeitos e os sentidos na sua relação com a história e com a língua. Irrompem assim, sentidos diferentes.” (ORLANDI, 2001, p. 37).

Outro elemento relevante da AD é a presença do silêncio (ORLANDI, 1997). Durante a entrevista, o sujeito entrevistado pode produzir silêncios que para o interlocutor e investigador são carregados de significados. Orlandi (1997) caracteriza o silêncio por duas faces distintas, sendo uma delas quando o silêncio é imposto pelo entrevistado como forma de proteção ou defesa, e, a outra é referente às falhas durante a comunicação. Todavia, cabe ao investigador se apropriar do contexto do silêncio para que, em caso de falhas na comunicação, medidas alternativas possam ser tomadas de modo que não sejam produzidas interrupções e até mesmo a inteligibilidade do discurso. Um discurso se torna ininteligível quando dele não é possível extrair significados. Mesmo que haja os símbolos necessários que em dado momento construam o dizer, quando este passa pelo processo de significação por meio das interpretações, não são produzidas pistas de suas enunciações.

Uma vez conhecidos os principais elementos do discurso, como os que foram destacados até então, no próximo capítulo é apresentado como os discursos de professores pesquisadores do curso de Ciências Biológicas foi analisado. Consideramos estes passos metodológicos importantes para a compreensão das escolhas das pesquisadoras ao tratar os dados por meio da AD para investigar as formas de pensamento sobre a ciência biologia, bem como os principais problemas que permitiram seu desenvolvimento e, principalmente, sobre as concepções do fenômeno da vida, externalizadas pelos sujeitos envolvidos na pesquisa. Os sentidos dos discursos também apresentam o nível de abrangência, coerência e especificidade

do(s) conceito(s) de vida manifestado(s), para fundamentar a discussão final sobre como essas construções podem contribuir para a formação de professores e pesquisadores.

CAPÍTULO III

O discurso de professores pesquisadores das Ciências Biológicas

3.1 As condições da produção do discurso de professores e pesquisadores sobre o fenômeno da vida

O capítulo anterior nos permitiu apresentar os aspectos relevantes da AD da linha francesa, os quais fundamentam os aspectos teóricos e metodológicos desta dissertação. Com este referencial, foi possível realizar o tratamento das enunciações, levantadas nos discursos dos treze participantes voluntários da pesquisa, sendo eles professores pesquisadores de diversas áreas do curso de Ciências Biológicas, como ecologia, botânica, evolução, genética, bioquímica, fisiologia e biologia celular, de uma universidade pública, situada na Região Noroeste do Estado do Paraná.

A AD foi escolhida para esta pesquisa como metodologia de análise das concepções dos professores no que diz respeito a aspectos históricos e epistemológicos da ciência biologia, bem como sobre o que é vida, externalizadas nos discursos. Nas análises, buscamos identificar as influências das respectivas áreas das Ciências Biológicas, tanto de formação como de atuação, para a produção de sentidos pelos sujeitos envolvidos.

Como os discursos podem estar imbuídos de aspectos históricos, socioculturais, científicos, além de outras formas de pensamentos, entendemos que esta pesquisa se insere no caráter qualitativo (FLICK, 2004; ORLANDI, 2001). Nesse sentido, os fatos e os fenômenos do campo de investigação foram relevantes para o desenvolvimento desta dissertação, uma vez que, segundo Flick (2004, p.28), “a pesquisa qualitativa é orientada para a análise de casos concretos em sua particularidade temporal e local, partindo das expressões e atividades das pessoas em seus contextos locais”.

Diante do exposto, temos a pertinência do uso da AD nesta pesquisa para o tratamento dos dados e corroboramos Langhi e Nardi (2005, p.83), ao afirmarem que a “análise do discurso, dessa forma, possibilita ao investigador descobrir os meandros do pensamento expresso por um

determinado indivíduo ou grupo social”. Assim, utilizamos este capítulo para apresentar o cenário em que foi desenvolvida a pesquisa, bem como a análise e a discussão dos discursos de treze professores pesquisadores das Ciências Biológicas.

3.2 Caminhos metodológicos

Para a escolha do instrumento de constituição dos dados, destacamos a importância dos estudos e dos recortes na literatura sobre o fenômeno vital e fundamentação teórica, expostos nos capítulos 1 e 2 desta dissertação. As leituras possibilitaram o amadurecimento necessário para estruturar o instrumento, de forma que proporcionasse um diálogo com os professores pesquisadores. Por trabalharmos com concepções e definições externalizadas por esses sujeitos, acreditamos ter sido a melhor escolha o emprego da técnica de questionamentos abertos, que compuseram a entrevista semiestruturada (apêndices I, II e III). Essa técnica foi utilizada por fornecer maior riqueza de informações, considerando a abertura dos questionamentos que incitam a exposição dos pontos de vista dos entrevistados (FLICK, 2004).

Já que esta pesquisa envolveu a participação de seres humanos, tivemos o cuidado de submeter o projeto para o registro no Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COPEP) da universidade, onde foi realizada a pesquisa, juntamente com a proposta da entrevista semiestruturada (apêndice I).

Após a obtenção e registro dos termos de consentimento e a aprovação do projeto no comitê de ética¹³, realizou-se, primeiramente, um teste piloto com três professores por meio de uma entrevista semiestruturada (apêndice II), sendo dois atuantes na mesma instituição onde a pesquisa foi realizada e um de uma universidade do Estado do Rio Grande do Sul.

O teste piloto teve o objetivo de analisar a semântica e a forma como as questões eram apresentadas, revelando-se um procedimento importante para a reflexão e para a reformulação das questões da entrevista e da postura da entrevistadora.

As reflexões nos permitiram perceber que questões utilizadas na entrevista como “qual é...?”, “o que é...?” “você concorda com...?”, revelam-se demasiadamente tendenciosas, além de provocar um sentimento aversivo no sujeito entrevistado ao se sentir, literalmente, interrogado. Questões como essas devem ser evitadas na maior parte da entrevista, uma vez que geram

¹³ O CAAE desta pesquisa é 36928114.4.0000.0104

possíveis desconfortos ou, até mesmo, respostas tendenciosas, as quais puderam ser observadas durante o tratamento dos dados obtidos nos testes piloto. Esta estratégia nos permitiu readequar, não apenas as questões, mas também a postura da entrevistadora no momento da construção do diálogo com o entrevistado, de maneira que pudesse ter um posicionamento mais ‘fluído’ e menos ‘interrogativo’, criando situações que possibilitassem uma interação dialógica, como, por exemplo, “você poderia me contar sobre...?” “Me fale um pouco sobre...”, de forma que proporcionasse ao sujeito expor o seu ponto de vista sobre os assuntos contemplados no roteiro pré-estabelecido da entrevista.

Após a validação semântica das questões, a entrevista (apêndice III) foi aplicada com os demais profissionais que se voluntariaram a participar deste estudo. As entrevistas realizadas com, pelo menos, dois professores pesquisadores de cada área, foram gravadas e documentadas por dispositivo de áudio.

Com a transcrição dos áudios obtidos das entrevistas, a análise interpretativa dos dados fundamentou-se nos procedimentos metodológicos da AD propostos por Orlandi (2001). Essa abordagem nos permitiu extrair das falas de professores pesquisadores os seus significados, uma vez que estes são materializados na linguagem, mesmo que de forma implícita. Na seção a seguir é mostrado como o discurso é formado, para depois apresentar as reflexões dos sentidos presentes nos objetos da linguagem dos sujeitos envolvidos neste estudo.

3.3 Como o discurso é analisado?

Embora se tenha consolidado a AD como uma disciplina, na qual Orlandi, Pêcheux e demais estudiosos do discurso da linha francesa esboçaram princípios e procedimentos para a análise de um discurso, há um leque de possibilidades distintas para fazer e apresentar a AD.

O principal ponto de partida é reconhecer quão carregados de sentidos estão as falas ou as diferentes formas de manifestar a linguagem. Como não existe neutralidade diante do discurso, o mesmo se torna passível de interpretações, e, para isso, é preciso utilizar a reflexão, fazendo que o investigador seja o “juíz” na medida em que atribui sentidos para os dizeres dos sujeitos entrevistados (ORLANDI, 2001).

Ao considerar que a presente pesquisa buscou compreender como professores pesquisadores de diferentes áreas das ciências biológicas podem utilizar os conhecimentos

produzidos em seu campo de atuação para explicar concepções sobre a produção de conhecimento na biologia e sobre os fenômenos da vida, como a sua origem e caracterização, entendemos a importância que as questões da entrevista semiestruturada têm para coletar as evidências determinadas pela linguagem do discurso. São essas evidências (entre o dito e o não dito) que serão capazes de se transformar em sentidos, considerando o histórico do sujeito e sua ideologia, uma vez que determinam o espaço para a sua singularidade, ruptura e resistência no discurso (ORLANDI, 2001). Logo, utilizamos as questões como norte para a condução das análises.

O uso dos dispositivos teóricos e analíticos é imprescindível para uma AD no que se refere à produção de sentidos. O primeiro é invariante durante os processos de análise dos discursos, pois se refere à teoria em que a análise se fundamenta – no caso desta análise, fundamenta-se na linha francesa descrita por Orlandi (2001). O segundo dispositivo, por sua vez, está relacionado à natureza do material a ser analisado, com as questões de pesquisa e com a finalidade da análise. Logo, ao considerarmos que entrevistamos treze professores pesquisadores do curso de Ciências Biológicas, ressaltamos que a análise para cada um dos discursos desses sujeitos lidará com materiais diferentes, embora as questões sejam as mesmas, os significados são diferentes ao levarmos em conta os respectivos contextos. Nesse sentido, cabe ao analista organizar sua análise, de modo que ela se relacione com a mobilização de determinados conceitos para que seja feita a produção de sentidos pelo discurso (ORLANDI, 2001).

Como trataremos na próxima seção a análise dos dados, preocupamo-nos em organizar os discursos dos treze professores pesquisadores, das diversas áreas do curso de Ciências Biológicas, de forma que os respectivos dizeres possam ser inteligíveis, interpretados e compreendidos pelo leitor. Mas, para isso foi preciso estruturar o dispositivo analítico por meio de uma leitura flutuante das transcrições dos discursos, que nos permitiu buscar responder como os sujeitos utilizam seus conhecimentos da formação e atuação acadêmica para conceituar e definir o fenômeno da vida, além de nos permitir investigar a ocorrência e o modo como ocorre o diálogo do(s) conceito(s) de vida no contexto das disciplinas desses professores no ensino superior.

Para facilitar a interpretação dos discursos, utilizamos as questões das entrevistas para a construção de blocos analíticos, nosso dispositivo de análise. No Quadro 03 apontamos os seis

blocos oriundos dos questionamentos e, salientamos também, que a leitura minuciosa das transcrições das respostas foi importante para nos auxiliar na constituição dos blocos. Cada bloco apresenta seu objetivo específico que, como um todo, visa contemplar os conceitos e definições referentes ao fenômeno da vida, explícitos ou implícitos, nos discursos de professores pesquisadores, bem como, um resgate do contexto da formação e atuação desses sujeitos para estabelecer a relação dos discursos com a sua respectiva historicidade.

Quadro 03 Blocos Analíticos e suas respectivas questões da entrevista semiestruturada

Blocos analíticos	Questões da entrevista semiestruturada	Objetivos dos BA
1. Perfil dos sujeitos entrevistados	<p>Inicialmente, pelos dados da sua identificação você fez graduação (...), depois foi para o mestrado em (...), e em seguida ao doutorado em (...). Eu gostaria agora, neste primeiro momento, que você comentasse um pouco dessa trajetória acadêmica. Nesta explanação, gostaria que pontuasse o que te fez escolher a graduação, o que te conduziu, ou incentivou neste percurso. Por que das mudanças (se houver) na atuação.</p> <p>1) E agora, o que você está pesquisando atualmente? Eu gostaria que você me explicasse com as suas palavras sobre a sua área de pesquisa.</p> <p>2) E o que você considera como principal ou principais contribuições desta sua pesquisa tanto para o meio social, acadêmico e científico? Se não ficar claro, pedir para o entrevistado: Conte-nos sobre os objetivos destas pesquisas, sobre as respectivas contribuições.</p> <p>3) Você também é professor aqui nesta instituição. Em quais disciplinas você atua? Tanto na graduação quanto na pós. Poderia comentar um pouco sobre os tópicos destas?</p>	<p>Extraír das enunciações os principais conhecimentos biológicos envolvidos na formação e atuação, bem como o contexto de sua formação.</p> <p>* Os elementos da AD que podem ser recorrentes neste bloco são, principalmente, a formação imaginária, a relação de forças e sentidos.</p>
2. Aspectos da relação entre pesquisa e ensino	<p>4) Você acredita que estas áreas se complementam? A da pesquisa e a do ensino? O ser professor e o ser pesquisador se complementam?</p> <p>5) Como o desenvolvimento da sua pesquisa contribui para o seu ser professor? Ou, como os conhecimentos da sua pesquisa contribuem na sua prática no ensino?</p>	<p>Observar o uso dos conhecimentos adquiridos na formação e atuação no campo de pesquisa em sua prática docente.</p> <p>* Os elementos da AD que podem ser recorrentes neste bloco são relações de força e sentidos.</p>

Blocos analíticos	Questões da entrevista semiestruturada	Objetivos dos BA
3. A biologia como ciência que estuda a vida	<p>6) Por tudo que foi comentado sobre a sua formação, percebemos que a sua atuação está intimamente relacionada com as Ciências biológicas. Neste momento, gostaria que você caracterizasse a biologia como ciência e em relação às outras ciências naturais. (Supondo dificuldade: Porque que você vê a biologia como ciência? Ela é semelhante à física e a química? Quanto aos problemas que nortearam a biologia, a sua produção histórica de conhecimento, do modo de investigação – em que aspectos você considera a biologia diferente ou no que ela se diferencia das outras ciências naturais?)</p> <p>7) Como você percebe a importância dada à biologia nos diferentes contextos históricos e atualmente? Discuta um pouco sobre o percurso histórico da biologia. (Se necessário instigar: Gostaria que você falasse um pouco sobre importância da biologia no seu início e em diferentes épocas de seu contexto até hoje. Como você, como biólogo, enxerga a biologia em diferentes contextos históricos?)</p>	<p>Identificar o reconhecimento da biologia como ciência; Identificar correntes de pensamento acerca da produção de conhecimento na biologia; Identificar a importância atribuída à biologia nos diferentes contextos.</p> <p>* Os elementos da AD que podem ser recorrentes neste bloco são relações de força e sentidos, formação imaginária e discursiva.</p>
4. Os principais problemas da biologia	<p>8) François Jacob nos diz que uma determinada época, ou cultura, é caracterizada mais pelas questões que se colocam do que pela extensão do conhecimento produzido. Ou seja, o período histórico de uma dada ciência é caracterizada mais pelos problemas do que pelo conhecimento produzido. E considerando a sua área de atuação, eu gostaria que você falasse um pouco sobre as grandes questões formuladas pela biologia, que a possibilitou ter esse contínuo de produção de conhecimento?</p> <p>9) Eu gostaria que você comentasse agora sobre as respostas que foram obtidas para estes problemas que você comentou. (Se nem todos foram resolvidos, pelo menos algumas respostas das questões que foram).</p> <p>10) Mas para você, ainda existem questões da biologia que não tem resposta? Que questões têm para serem resolvidas ainda?</p>	<p>Identificar os principais problemas da biologia; Identificar o processo de construção do conhecimento científico pela biologia.</p> <p>* Os elementos da AD que podem ser recorrentes neste bloco são relações de força e sentidos, formação imaginária e discursiva, memória e ou interdiscurso.</p>
5. Origem da vida	<p>11) Fale-me um pouco agora, sobre o seu pensamento em relação à origem da vida, considerando que atualmente temos várias hipóteses. E, considerando seus estudos, sua área de atuação, eu gostaria que você falasse sobre a origem da vida. O que você acredita? O que você defende em suas aulas? Na sua Pesquisa?</p>	<p>Identificar correntes de pensamento sobre o fenômeno da vida;</p> <p>* Os elementos da AD que podem ser recorrentes neste bloco são relações de força e sentidos, formação imaginária e discursiva, memória e ou interdiscurso.</p>

Blocos analíticos	Questões da entrevista semiestruturada	Objetivos dos BA
6. Caracterização dos seres vivos e concepções de vida	<p>12) Bom, já se tem explícito - os seres vivos, o fenômeno da vida, são objetos de estudo da biologia. Então eu gostaria que você falasse um pouco, como professor e como pesquisador, como caracteriza um “ser vivo”, nas suas aulas, para os seus alunos, como pesquisador... (Supondo dúvida, dificuldade na resposta: - bom, eu gostaria que você também caracterizasse, agora, utilizando os conhecimentos de sua área de atuação.)</p> <p>13) Como você coloca os vírus nessa sua caracterização?</p> <p>14) Ao serem questionadas, muitas pessoas, entre elas até mesmo biólogos, consideram difícil definir o que é vida. Por outro lado, existem autores que afirmam que esta definição é possível, principalmente para os biólogos. O que você diz a respeito dessa possibilidade?</p> <p>15) Bom, mas eu vou fazer desafio para você: Gostaria que você elaborasse um pensamento (conceito) ou explicação sobre o que é vida, considerando os conhecimentos produzidos na sua área de atuação.</p> <p>16) Para finalizar, após tudo que foi explanado até o momento, gostaria que você citasse cinco palavras que vêm em seu pensamento durante a tentativa de definir a vida.</p>	<p>Identificar os conhecimentos biológicos envolvidos no pensamento sobre o fenômeno da vida;</p> <p>Identificar conhecimentos biológicos pertinentes à área de formação e atuação;</p> <p>Identificar correntes de pensamento imbuídas nessas enunciações.</p> <p>* Os elementos da AD que podem ser recorrentes neste bloco são relações de força e sentidos, formação imaginária e discursiva, memória e ou interdiscurso.</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Diante do exposto sobre a AD, ressaltamos que esse método nos proporcionou "produzir evidências, colocando o homem na relação imaginária com suas condições materiais de existência" (ORLANDI, 2001 p. 46). As evidências são apresentadas na seção a seguir, por meio de blocos analíticos (Quadro 03), os quais constituem o nosso dispositivo de análise. Vale lembrar que foram utilizados esses blocos para agrupar diversas questões da entrevista semiestruturada (apêndice III), uma vez que para analisar o discurso é importante que o investigador tenha bem definida a questão principal e norteadora, para a qual buscam nos discursos dos sujeitos os dizeres que remetem aos respectivos significados (ORLANDI, 2001). Logo, esse dispositivo de análise é orientado pela busca de respostas para as questões que, inclusive, suscitaram a proposta deste estudo, sendo elas expressas em forma de seis blocos analíticos, de acordo com o respectivo eixo temático.

3.4 Analisando os dizeres: interpretações para a produção de significados

Por meio da análise dos discursos dos professores contemplados nesta pesquisa, conseguimos extrair suas formações imaginárias, isso é, a posição atribuída em virtude do contexto histórico-cultural experienciado (ORLANDI, 2001). Como a entrevista contempla momentos distintos no que se refere aos questionamentos sobre área de atuação, concepção de ciência e concepção sobre o fenômeno vital, esta seção será dividida conforme foram estruturados os blocos analíticos.

1º Bloco Analítico: *Perfil dos sujeitos entrevistados*

As questões que compõem o cerne do primeiro bloco analítico, intitulado *Perfil dos sujeitos entrevistados* (Quadro 04), nos serviram de base para construir evidências relacionadas à trajetória acadêmica e à atuação profissional, as quais envolvem conhecimentos biológicos específicos de cada área.

Quadro 04 Síntese do primeiro bloco analítico.

Resumindo:	
Bloco analítico	Síntese das respostas obtidas pelos sujeitos
1. Perfil dos sujeitos entrevistados	EC1: Ecologista, trabalha com ecossistemas aquáticos relacionados à biologia das invasões. EC2: Ecologista, trabalha com morfologia e relações ecológicas com peixes de água doce. EC3: Ecologista, estudo de aspectos físico-químicos de ecossistemas aquáticos, macrófitas aquáticas e biologia das invasões. AV: Anatomista vegetal descritivo e aplicado às relações ecológicas. FV: Fisiologista vegetal especialista em metabolismo de carbono e estômatos. SV: Taxonomista e ecologista vegetal de macrófitas aquáticas GN1/EV1: Geneticista, com enfoque no estudo de mutações em isoenzimas de peixes e professor de evolução. GN2/EV2: Geneticista, com enfoque na expressão gênica em abelhas e professora de evolução. GN3/EV3: Geneticista com enfoque na expressão gênica em insetos. BC1: Biologista celular, com enfoque em modificações citoquímicas da estrutura da cromatina em determinados tecidos. BC2: Biologista celular, com enfoque em ultraestrutura molecular de insetos para controle biológico. BQ1: Bioquímico, com ênfase no efeito de herbicidas e no estudo da alelopatia. BQ2: Bioquímico com ênfase em alelopatia e na química da origem da vida.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Este primeiro bloco se tornou indispensável para a constituição dos dados, uma vez que auxilia na resposta de uma das questões desta pesquisa – referente às contribuições dos conhecimentos construídos ao longo da formação para reflexões e o estabelecimento de diálogos, que trazem à tona concepções sobre a ciência biologia e seu objeto de estudo, a vida.

Com a AD podemos perceber que os treze professores pesquisadores, identificados como EC1, EC2, EC3, AV, FV, SV, GN1/EV1, GN2/EV2, GN3/EV3, BC1, BC2, BQ1 e BQ2 são ‘ecologistas’, ‘botânicos’, ‘geneticistas’, ‘evolucionistas’, ‘biologistas celulares’ e ‘bioquímicos’. Com a finalidade de explicar as siglas, devemos ressaltar que na Universidade, na qual a pesquisa foi realizada, os cursos estão lotados em departamentos, que por sua vez estão integrados em centros acadêmicos. Devido à diversidade de ramos de estudo em cada ciência, os cursos, de um modo geral, são subdivididos em áreas ou laboratórios de ensino e pesquisa, além de apresentarem em seus programas curriculares disciplinas de outros departamentos. Em seu histórico, o curso de Ciências Biológicas da referida Universidade sempre esteve lotado no departamento de biologia, que por muitos anos apresentava-se subdividido de modo a integrar as diversas áreas da ciência biologia. Com a gradativa expansão de cursos das ciências biológicas, esse departamento passou por várias divisões dando origem a outros departamentos. Desse modo, os professores pesquisadores que fazem parte desta pesquisa pertencem aos seguintes departamentos: biologia, no qual o curso está lotado e é subdividido nas áreas de zoologia, botânica, ecologia e ensino; bioquímica, subdividido em laboratórios de ensino e pesquisa; e departamento de biotecnologia, biologia celular, e genética, sendo que a área de genética também contempla a pesquisa e o ensino de evolução.

Em uma análise detalhada do perfil de cada um dos treze professores pesquisadores, identificamos os conhecimentos construídos em suas respectivas trajetórias, uma vez que isso referencia o contexto de seus dizeres (ORLANDI, 2001). Assim, foram evidenciadas em seus discursos as formações imaginárias e discursivas no decorrer das análises das entrevistas para a interpretação dos pensamentos desses sujeitos acerca da ciência biologia, dos principais problemas que permitiram seu desenvolvimento e, principalmente, do fenômeno da vida.

Neste primeiro bloco também conseguimos identificar a ocorrência de diferentes abordagens de estudo, mesmo se tratando de áreas semelhantes, como podemos citar, por exemplo, o professor pesquisador EC1, que desenvolve estudos sobre o ecossistema aquático de

regiões de um determinado rio para entender a biologia das invasões das espécies, bem como as interações que influenciam na biodiversidade dos seres estudados e o funcionamento geral do ecossistema, enquanto o EC2 realiza pesquisas e orientações acerca da reprodução, crescimento e estabelecimento das populações de peixes de um determinado rio, com ênfase nas relações das problemáticas ambientais e sua interferência nos processos biológicos dos organismos desse ecossistema. Já o EC3 apresenta múltiplas atuações, que percorrem as áreas que envolvem os estudos dos aspectos físicos e químicos, especificamente da ciclagem de nutrientes na planície de inundação; estudos sobre o regime autotrófico/heterotrófico, com o uso do metabolismo microbiano para o estudo da ecologia de sistemas aquáticos; e, também a biologia das invasões, tal como EC1, porém, relacionada às macrófitas¹⁴.

Dentre os profissionais que atuam na botânica, cada um assume uma linha de estudo diferente, o que justifica as siglas para as legendas dos mesmos. O professor pesquisador AV atua em anatomia vegetal, enquanto FV em fisiologia vegetal e, SV, na subárea de sistemática vegetal. Todas essas três subáreas, embora sejam inerentes à botânica, contemplam conhecimentos biológicos distintos, proporcionando a manifestação de concepções distintas no que se refere às questões propostas nesta investigação.

Dentro do amplo espectro integrativo das divisões acadêmicas da biologia, a genética e a evolução apresentam uma estreita relação, atuando nas mesmas interfaces: variação e hereditariedade. Isso justifica o uso da legenda GN1/EV1, GN2/EV2 e GN3/EV3 para os professores e pesquisadores que atuam tanto na área de genética-evolução no ensino e/ou na pesquisa. Embora os três profissionais compartilhem áreas de estudo, suas atuações se diferenciam, como no caso de GN1/EV1 que ministra a disciplina de evolução e tem seus trabalhos de pesquisa voltados para o estudo de mutações nos genes de isoenzimas de peixes. A professora pesquisadora GN2/EV2 atua no ensino de genética e evolução, realizando também as seguintes pesquisas: identificação de marcadores moleculares da proteína principal da geleia real, com o objetivo de selecionar as melhores abelhas produtoras desse tipo mel; e em análise da expressão gênica que permite identificar a contaminação de abelhas por inseticidas que provocam a desordem de colônias. Já GN3/EV3, além de lecionar a disciplina de genética geral, ministra aulas e faz pesquisa em genética de populações, possibilitando estudos evolutivos em

¹⁴ Plantas aquáticas.

insetos. Em *Drosophila*, por exemplo, essa professora buscou identificar o que eram populações e o que eram espécies diferentes nesse grupo de insetos, por meio da bioquímica genética dos cromossomos. Atualmente, ela também trabalha com expressão gênica de esterases relacionadas à resistência de insetos por inseticidas.

Na biologia celular e na bioquímica, os dois professores de cada área contemplados atuam em pesquisas e em disciplinas semelhantes, uma vez que BC1 e BC2 lecionam a disciplina de biologia celular e, ainda, realizam estudos sobre determinadas moléculas no interior de células de insetos, porém de tecidos e espécies diferentes. O mesmo ocorre entre BQ1 e BQ2, ambos ministram a disciplina de bioquímica e trabalham com a alelopatia em plantas (laboratório de bioquímica de plantas). Mas, BQ2 ainda assume uma linha de pesquisa independente sobre a origem da vida, por meio da teoria da complexidade que envolve as biomoléculas.

Com o perfil desses profissionais, observa-se que as linhas de formação e atuação no ensino e pesquisa encontram-se parcialmente e/ou totalmente relacionadas, uma vez que os estudos desenvolvidos por estes sujeitos também fazem parte da produção de conhecimentos que são ministrados em suas disciplinas.

2º Bloco Analítico: Aspectos da relação entre pesquisa e ensino

No segundo bloco, referente aos *Aspectos da relação entre pesquisa e ensino*, é nítido o intercâmbio entre o conhecimento produzido e conhecimento ministrado.

Quadro 05 Síntese do segundo bloco analítico

Resumindo:	
Bloco analítico	Síntese das respostas obtidas pelos sujeitos
2. Aspectos da relação entre pesquisa e ensino	EC1, EC2, EC3, AV, FV, SV, GN1/ EV1, GN2/EV2, GN3/EV3, BC1, BC2, BQ1 e BQ2: utilizam os conhecimentos da pesquisa no ensino.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O Quadro 05 mostra a relevância que as pesquisas desses sujeitos têm para a formação do “eu professor”, uma vez que todos foram unânimes em seus discursos quanto à aplicação dos conhecimentos produzidos no campo de pesquisa em suas aulas. Vale ressaltar que eles lecionam disciplinas cujos programas contemplam conteúdos relacionados aos seus trabalhos de pesquisa. Nesse aspecto, EC1 explica a importância que a pesquisa tem para a atividade docente:

I: Professor, para você essas áreas do ensino e da pesquisa elas se complementam? O ser professor e o ser pesquisador se complementam?

EC1: Acredito que sim. No meu ponto de vista, acho que não conseguimos dissociar a pesquisa do ensino, não tem como. Porque basicamente tudo o que a gente ensina para os alunos vem também do nosso conhecimento adquirido durante a pesquisa. Então, muitas vezes, eu creio que se você atua ativamente na pesquisa, você até consegue dar uma aula melhor, principalmente se você ministra aulas na mesma linha de pesquisa que você atua.

EC2 se aproxima da ideia de EC1 ao afirmar que “se você faz pesquisa, você necessariamente insere no ensino as informações que você colheu com a sua pesquisa”. Ao expor seu pensamento, esse profissional faz referência a sua própria prática enquanto professor e pesquisador, continuando o seu dizer com a seguinte frase: “Você lembra! Os exemplos que a gente procurava dar eram exemplos que a gente tinha aqui. A gente discutia muito os problemas regionais, que tinha dentro de ecologia”. Nessas enunciações, observamos as evidências de dois elementos peculiares da AD, a formação imaginária e a antecipação (ORLANDI, 2001). A formação é observada logo no início da fala com o dizer que revela um pensamento conclusivo, uma vez que quem faz pesquisa insere o conhecimento produzido no ensino. Portanto, como EC2 se assume como pesquisador, ele insere os conhecimentos produzidos em suas pesquisas durante suas aulas. A antecipação confirma isso com “você lembra!”, ou seja, o professor prevê que a investigadora retomará a memória para corroborar seu dizer inicial.

O EC3 também explana em seu discurso a importância que o pesquisador tem na produção do conhecimento para ser ensinado, uma vez, que para ele, o professor que não é pesquisador é um bom repassador.

“Acredito que minhas aulas mudam a cada ano em função da experiência que eu tenho no campo de pesquisa que, coincidentemente, é a ecologia, que é também a disciplina que leciono na graduação e na pós-graduação. [...] essas duas atividades são indissociáveis. Seria possível ser somente um bom professor? Creio que sim, mas nesse caso o professor seria um bom “repassador” de conhecimentos. É quase como repetir o que outros já falaram milhares de vezes e que você encontra em qualquer livro ou mesmo em buscas na internet. Vou dar um exemplo: nós temos excelentes professores de cursinho, que lecionam muito melhor do que eu e de muitos de meus colegas

da UXX¹⁵, só que eles repassam o conhecimento. Essa é a grande diferença. O professor envolvido com a pesquisa está em constante busca por coisas novas. Acredito que essa seja uma importante diferença. Por exemplo, em vários momentos quando estou lendo um artigo científico, vejo uma ideia e penso: olha, isso aqui eu posso usar na aula de ecologia. E imediatamente eu paro a leitura e adiciono essa ideia à aula de graduação ou pós. Eu não consigo dissociar a pesquisa da licenciatura.” (EC3).

A ideia de que as atividades de pesquisa e ensino se complementam também está presente nos dizeres de BC1, GN2/EV2 e SV, ao pontuar que a “experiência em campo de pesquisa, de leitura e de prática, ajuda também na sala de aula, porque aqui (a disciplina) não entra no contexto de tudo o que você está fazendo.”. Apesar de concordarem com a interface pesquisa e ensino, BC1 e GN2/EV2, no início de seus discursos, acrescentam que essa relação pode ser maior ou menor, dependendo do indivíduo querer fazer isso acontecer e, também, das características da disciplina.

BC1: Eu acredito que a pesquisa e o ensino se complementam, mas às vezes as áreas que a gente atua faz com que essa complementação seja maior ou menor. Como a biologia celular é muito ampla e a pesquisa que a gente faz é limitada a uma pequena porção da célula, de algum grupo de células, então, a informação que a gente traz ali acaba sendo pequena diante da imensidão da biologia celular.

GN2/EV2: Essas duas coisas, se você quiser, elas convergem. O professor vai lá ensinar, pelo menos a ideia de professor universitário que eu tenho, não é de chegar lá e ficar dando tudo, mas, é dar ferramenta para aqueles alunos procurarem o conteúdo (...). Como eu trabalho muito com abelha e às vezes as pessoas não sabem, eu tento associar tanto o que a gente vê aqui com os conteúdos da sala de aula.

Ambos os professores pesquisadores ressaltam que levam os conhecimentos produzidos em suas pesquisas para o ensino, porém, de modo pontual, ou seja, quando o conteúdo trabalhado permite tal relação.

Esse segundo bloco foi relevante para a constituição desta investigação, uma vez que possibilitou analisar a utilização de conhecimentos construídos durante a trajetória científica desses profissionais no ensino superior. Nesse sentido, inferimos que os conhecimentos

¹⁵ Utilizamos UXX para não identificar a instituição contemplada nesta pesquisa.

produzidos em suas pesquisas são aplicados em suas aulas, podendo mostrar quanto seus dizeres estão carregados de formações discursivas e imaginárias no que se refere à explicação dos problemas que tangem o fenômeno da vida (ORLANDI, 2001).

3º Bloco Analítico: *A biologia como ciência que estuda a vida*

Os discursos desses professores pesquisadores também são analisados à luz da epistemologia da ciência biologia no que diz respeito às interpretações obtidas das enunciações que remetem às concepções que esses profissionais têm sobre *a biologia como ciência que estuda a vida* – Quadro 06, referente ao terceiro bloco analítico.

Quadro 06 Síntese do terceiro bloco analítico

Resumindo:	
Blocos analíticos	Síntese das respostas obtidas pelos sujeitos
3. Como os sujeitos concebem a biologia, como ciência que estuda a vida.	<p>EC1: Uma ciência contingencial diferente das exatas devido à ampla variação do objeto de estudo. Possui certa desvalorização em relação às demais no contexto do país.</p> <p>EC2: Uma ciência que tem interação ampla com as demais ciências. É orientada pelo mesmo método científico das outras ciências para a produção de conhecimento, porém, com muitas variáveis. É uma ciência nova perante a química e a física.</p> <p>EC3: Uma ciência autônoma, que ao longo do decorrer da história foi adquirindo importância perante a academia e a sociedade.</p> <p>AV: Ciência intrínseca da própria vida, do cotidiano, que estuda o funcionamento dos seres vivos e dependente das demais ciências, embora tenha objeto e métodos diferentes.</p> <p>FV: Ciência que busca entender como a vida funciona e interage com o ambiente, cujo objeto é diferenciado, porém seu estudo tem métodos que se aproximam “do método científico”. Possibilita atualizar a realidade do mundo no que se refere à evolução do conhecimento.</p> <p>SV: A biologia é uma ciência que integra todas as outras áreas e é aplicada, isso é, as teorias são postas em prática. No começo, voltava-se para o campo medicinal, mas, Lamarck e Darwin contribuíram para divulgar a importância no estudo dos seres vivos.</p> <p>GN1/EV1: Uma ciência independente, com vitalidade própria. Sua metodologia se diferencia das demais ciências, mas, interage com as demais áreas do conhecimento. A importância da biologia aumentou com os estudos das espécies e com o avanço da molecular que permite o conhecimento biológico ser aplicado em outras áreas como a medicina, agronomia, entre outras.</p> <p>GN2/EV2: É uma ciência ampla que sozinha não se basta. Precisa das demais ciências como a química e a física. No entanto, ela tem suas características próprias, sendo uma ciência que produz conceitos e mecanismos próprios. O fazer ciência na biologia varia conforme a sua abordagem. Com isso, a biologia teve sua importância nos diferentes contextos e atualmente se tem maior enfoque com o meio ambiente, enquanto no século passado era a molecular com o DNA em destaque.</p> <p>GN3/EV3: O fazer ciência é semelhante em relação às demais áreas. E a biologia é mais ciência por estudar a vida e interligar todas as outras áreas. Como na biologia seu estudo compreende um contexto evolutivo, ela é uma ciência mais ampla do que as demais. A biologia sempre esteve presente, desde o emprego de biotecnologias com o uso de microorganismos, antes de Cristo, à produção de conhecimentos utilizados nas áreas da saúde, agronomia, farmácia e etc. Atualmente, a biologia assume maior importância na ciência porque antigamente tinha um cunho mais acadêmico.</p>

	<p>BC1: É uma ciência complexa que não se separa da física e da química. Existe uma quantidade de informações que a biologia tem que descobrir e caracterizar e, com isso, ela faz ciência. O fazer ciência muda conforme a história humana. Atualmente, a biologia se tornou mais aplicada com a mudança de seu método estritamente descritivo.</p> <p>BC2: A biologia não pode ficar dissociada da física e da química. Ela é uma ciência da interdisciplinaridade. É importante para a mudança do comportamento das pessoas.</p> <p>BQ1: É uma ciência como as outras, sendo que sua abordagem pode variar dependendo da área. No entanto, o método experimental é o mesmo como nas outras ciências. Sua importância é maior, atualmente, por ser considerada como ciência. Antes ela era menos importante, já que não era considerada uma área da ciência.</p> <p>BQ2: É uma ciência que se choca muito com a religião por conta do estudo da vida e da sua origem. É diferente da física e da química porque na biologia a biodiversidade não segue uma fórmula lógica e, por isso, atualmente ela tem adquirido maior importância por lidar com problemas aplicáveis a toda sociedade e diversos contextos.</p>
--	---

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Podemos dizer que essas distintas formas de caracterizar a biologia como ciência nos permitiu identificar e estruturar núcleos de significação com base nos pensamentos embutidos nos dizeres desses professores pesquisadores das ciências biológicas.

No primeiro núcleo – *concepção valorativa do método* – torna-se explícito nos discursos dos profissionais EC2, FV, GN3/EV3 e BQ1, encontra-se explícito o pensamento de que a biologia é uma ciência perante a aplicação de um método, o mesmo utilizado por outras ciências, ou seja, “o método” científico. Essa concepção se aproxima do que Mayr (2008, p. 48) salienta sobre a maioria dos filósofos definirem a ciência como uma “atividade contínua dos cientistas: exploração, explicação e teste”, sendo esta universal e aplicada em todas as áreas, seja ela biológica, física ou química. Com isso, também tem sido comum para os próprios cientistas e demais pessoas de uma comunidade o trâmite do pensamento sobre as teorias científicas se derivarem “de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. A ciência é baseada no que podemos ver, ouvir, tocar [...], a ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente” (CHALMERS, 1993, p.24). Essa concepção de ciência está imbuída nos dizeres de EC2 ao explicar que a biologia “é uma ciência porque você pode aplicar metodologia científica para alcançar o conhecimento.”, e que por conta desse aspecto, “ela já tem toda uma estrutura de conhecimento, que a justifica perfeitamente como ciência”. Ou seja, para esse ecólogo, o método científico é concebido como a principal característica da biologia, consolidando-a como uma das ciências naturais e distinguindo o seu conhecimento científico do de outras áreas de conhecimento.

No discurso de BQ1 também pode ser observado essa concepção ao dizer que a biologia é “uma ciência como as outras” e “o método científico é o mesmo para todas as áreas do conhecimento: você tem uma hipótese, testa a hipótese e você tem uma resposta”. Além do professor pesquisador BQ1, o FV também afirma que o método científico em si é muito cartesiano e que por isso não difere para as distintas áreas do conhecimento, uma vez que para ele desde os ensaios de Bacon¹⁶, “a gente parece usar esses métodos até hoje: de revisar, subdividir e concluir a respeito, de maneira mais neutra possível, a respeito do conhecimento ali adquirido, ou das respostas obtidas com a experimentação”.

Diante desses discursos, nos questionamos se esses professores pesquisadores, que valorizam o método, refletiram, no momento da entrevista, sobre as pesquisas que realizam em suas respectivas áreas de atuação, uma vez que o reconhecimento das múltiplas abordagens metodológicas utilizadas para o estudo do fenômeno vital está presente nas enunciações de outros entrevistados, como EC1, AV e GN1/EV1. Em outras palavras, inferimos que, provavelmente, pela ausência de uma reflexão sobre a própria atividade científica, esses professores pesquisadores revelam, por meio de seus discursos, 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”.

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. Além dessa concepção herdada, está também explícito no dizer de FV um argumento em defesa do “papel ‘neutro’ da observação e da experimentação”, forma de pensamento que faz parte da visão empírico-indutivista da ciência, descrita por Gil-Pérez *et al.* (2001, p.129).

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

¹⁶ Sobre “o método” científico em meio à Revolução Científica do séc. XVII.

conhecimentos prévios, não sendo, portanto, uma atividade neutra (RIVERO; WAMBA, 2011; GIL-PÉREZ et al, 2001; CHALMERS, 1993).

Por meio dos discursos de FV, EC2, BQ1 e GN3/EV3, 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. Essa forma de pensar é ainda 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 discursos dos professores pesquisadores, como a de AV ao explicar a diferença entre “o fazer ciência da química e o fazer ciência biologia”. Para esse professor pesquisador essas ciências podem ser “semelhantes”, no entanto, na biologia “o resultado pode ser diferente, o objeto pode ser diferente, [...] o método pode ser diferente”.

O bioquímico (BQ1) também considera, no início de seu discurso, que na biologia o método varia de acordo com a área de pesquisa, valorizando, porém, a experimentação, baseada no método científico:

“se for ver um sistemata, tem que ser a descrição e hoje já tem a análise filogenética, mas, nós aqui, usamos o método científico, temos uma hipótese que a gente imagina, fazemos um teste e temos uma resposta. Na botânica tem que ser mais descritivo, agora, outras áreas são mais experimentais, a minha área é experimental.”

Com esse dizer, percebemos os nuances de uma contradição de pensamentos, uma vez que, anteriormente, o mesmo professor defendeu a existência de um único método ao caracterizar a biologia. Mas, no decorrer da entrevista, percebemos que este método único vale apenas para o que ele considera de pesquisa experimental. Nesse sentido, BQ1 dicotomiza a biologia em duas abordagens: uma descritiva e a outra experimental, tal como a área em que está inserido – a bioquímica. No entanto, perante os sentidos extraídos de uma valorização do método por BQ1, teria a biologia se tornado uma ciência de maior prestígio apenas por conta da

experimentação? 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.

Como visto, a valorização da experimentação na biologia está presente também em alguns discursos que consideram a existência de mais de um método nessa ciência. Assim, o segundo núcleo de significação extraído das transcrições dos discursos se refere à *concepção valorativa das ciências experimentais e aplicadas*.

Fazendo parte deste núcleo, temos os pensamentos de AV sobre a biologia ter que fazer “experimentos para conhecer mais aquilo e poder entender”; como também de BQ2, ao dizer que “a biologia é passível de ser experimentada, testada e ainda levantar pressupostos que são falseáveis”. Todavia, vale ressaltar que essa falseabilidade na biologia demorou a ser aceita por cientistas e filósofos da ciência, uma vez que existe “um bocado de singularidade no mundo da vida”, eis o porquê da difícil falseação de pressupostos, bem como o lento reconhecimento da biologia como ciência perante a comunidade científica (MAYR, 2008, p.56).

O lento e gradativo reconhecimento da ciência biologia é abordado por BQ1:

“a biologia sempre foi importante e continua sendo importante. Hoje, já que se considera como ciência, ela tem um papel mais relevante do que antes. No início, não se acreditava que era uma ciência, logo não se dava crédito e a importância para comunidade era menor. E hoje, em que se confia como uma ciência, então se acredita mais e, portanto se desenvolve mais.”.

Está implícita no discurso de BQ1 a ideia de que a biologia agora é uma ciência de maior prestígio porque o foco deslocou-se da abordagem descritiva para a experimental, tal como a física e a química.

Reforçando esse pensamento, a geneticista (GN2/EV2) considera que a molecularização da biologia no século XX, com destaque à criação do modelo de dupla hélice e o desenvolvimento da tecnologia do DNA recombinante, contribuíram para revolucionar essa ciência, possibilitando a aplicação de seus conhecimentos em biotecnologias.

GN2/EV2: E se a gente imaginar o nosso século passado, o que nós temos de marcante atualmente? O modelo de Watson e Crick

do DNA, que aquilo explodiu na biologia molecular com todo o conteúdo. Depois foi a transgenia, as enzimas de restrição, toda essa parte da biologia molecular foi o que explodiu, o que levou a gente para um desenvolvimento biotecnológico gigantesco.

Todavia, como ressaltado por Azevedo (1999, p.227) “Sem conhecimentos de genética, fisiologia, taxonomia e cultivo de tecidos e células vegetais, entre outros, não haveria possibilidade de obtenção de plantas transgênicas”. Deprendemos que os conhecimentos gerados pela maioria dos campos de atuação da biologia podem auxiliar no desenvolvimento de biotecnologias.

Em objeção aos discursos de BQ1 e GN2/EV2, a sistemata vegetal (SV) considera que foram os estudos evolutivos de Lamarck e Darwin que contribuíram para divulgar a importância da biologia.

Ao seguir essa linha de raciocínio, além da relação de interação, evidenciamos também discursos de professores que acreditam em uma relação de dependência entre a biologia e as ciências físico-químicas. Para isso, alocamos os dizeres de BC1, BC2, GN2/EV2, entre outros, em um outro núcleo de significação, o qual se refere à concepção de que a biologia é uma *ciência dependente e indissociável da física e da química*.

BC1: as ciências biológicas é uma ciência complexa, eu não consigo separar da física e da química. Não existe ciência biologia sem física e química, uma vez que a vida responde aos fenômenos físicos e químicos, então, eles estão diretamente ligados.

BC2: Sem a física, como é que eu vou explicar a microscopia? Tem que saber física também. Você entra na área de cromossomos, você vê os movimentos dos cromossomos, cinética [...] Então a física é importante, ela dá uma série de respaldo para biologia e não pode ficar dissociada. E a química nem se fala.

A essência dos enunciados desses professores pesquisadores supracitados se aproxima das reflexões que Smocovitis (1992), Schrödinger (1997) e El-Hani (2002) trabalham em seus textos: que a ciência biologia pode apresentar suas particularidades que a caracterizam como uma ciência distinta da física e da química, porém, não de forma independente das mesmas, uma vez que os conhecimentos físicos e químicos são aplicáveis na biologia por conta da vida se manifestar em um mundo composto de elementos químicos susceptíveis aos fenômenos físico-

químicos. Barberá e Sendra (2011, p.78) também afirmam que “numerosos aspectos fundamentais das ciências da vida estão combinando-se com parte das ciências físicas, matemáticas, da computação e engenharia, criando assim ambientes científicos – transdisciplinares – que centram suas atenções em assuntos globais.”. No entanto, o que as autoras propõem é diferente do que observamos no posicionamento dos dizeres de AV ao afirmar que “não dá para você fazer biologia trabalhando isoladamente. Eu preciso de um químico, de um físico”. O que está implícito nesse discurso do anatomista vegetal é a concepção de que todo o conhecimento biológico depende das demais áreas do conhecimento. Todavia, vale ressaltar que há muito tempo tem se estudado os seres vivos sem necessariamente a atribuição de conceitos físicos e químicos. A taxonomia, classificação e/ou filogenia das espécies é um exemplo disso.

Em posição contrária ao de AV, o discurso do professor pesquisador GN1/EV1 explica que a biologia é uma área da ciência que tem independência própria, “ela não é uma aplicação das outras ciências, ou uma consequência” porque é uma ciência com “vitalidade própria” – ou seja, a biologia é uma ciência autônoma.

Nesse sentido, podemos destacar outro núcleo de significação desse bloco, a *biologia como ciência autônoma*, presentes nos discursos de EC3 e GN1/EV1. A autonomia também é defendida por Mayr (2008), que a descreve perante as particularidades da biologia como não possuir uma única causa como a física e a química¹⁷, por utilizar a narrativa histórica¹⁸ para o estudo do fenômeno da vida, uma vez que se estuda sistemas vivos, que são abertos e complexos, com propriedades que emergem em cada nível de organização e integração. Nessa narrativa são contempladas as diversas questões que remetem ao funcionamento do organismo (do tipo “o quê” e “como”) e as questões referentes à evolução (do tipo “por que”). Vale ressaltar na narrativa histórica que essas questões são denominadas como causas próximas e últimas, respectivamente. Porém, essas causas são distintas das causações da física e da química.

¹⁷ Como mencionado anteriormente, na biologia as mesmas variáveis dentro de uma dada lei podem levar a resultados diferenciados quando considerado os níveis de organização e a biodiversidade dos seres vivos. Nesse sentido, até mesmo a evolução, que seria uma “lei universal” dentro da biologia, não consegue prever os fins e, tão pouco, os meios, mas se tem evidências, o que permite construir as narrativas históricas – algo que Mayr (2005, 2008) retrata como aspecto peculiar da biologia.

¹⁸ As observações são explicadas por meio de uma narrativa histórica pautadas em evidências evolutivas. Dessa forma, como a biologia se desenvolve por meio dessa particularidade, para o pensamento de filósofos da ciência como Popper e Kuhn, é de extrema dificuldade falsear de maneira decisiva uma teoria biológica. (MAYR, 2008)

Enquanto nas ciências físico-químicas a causação é eficiente no sentido de “a” causa não variar e, ainda, poderem ser estudadas isoladamente, na biologia “a” causa pode variar conforme as distintas abordagens para cada forma de manifestação da vida, sendo preciso considerar a interdependência entre as distintas variáveis de uma causa. Essas características particulares da biologia permitem a elaboração de leis próprias para lidar com tamanha biodiversidade, conforme destaca o discurso de EC3:

EC3: encaro a biologia como uma ciência autônoma. Esse é um aspecto que muitos cientistas e filósofos não consideram, mas ela é de fato uma ciência autônoma, com leis próprias, e isso eu considero maravilhoso. Estou dizendo isso porque para muitas pessoas nada é ciência senão à luz da física e da química. Por exemplo, as células e a partir da célula tecidos, organismos vivos, comunidades e por aí vai, possuem propriedades emergentes que não são facilmente explicadas pela física e pela química. (...) várias propriedades biológicas não são explicadas pela física e pela química e por isso a biologia é uma ciência autônoma. Se você estudar os filósofos da ciência, se levar a sério Popper, parte da biologia não é ciência. A evolução não era ciência segundo Popper (embora ele tenha mudado de opinião posteriormente a esse respeito). Nesse sentido, é extremamente pertinente estudar a obra do Ernest Mayr, porque ele faz uma crítica à filosofia da ciência e aos filósofos da ciência que sempre se basearam na física, que é uma “*hard science*”.

O professor pesquisador GN1/EV1 também concebeu a biologia como ciência autônoma, independente da física e da química, uma vez que seu surgimento não foi uma consequência dessas duas. Seu discurso se aproxima ao de EC3, quando ele afirma que a biologia tem vitalidade própria. Talvez essa vitalidade possa ser a autonomia defendida por EC3 em seu dizer, ou, essa vitalidade seja algo relacionado com o seu modo de pensar sobre o fenômeno da vida e o seu estudo, revelando as formações imaginárias e a produção de forças para atribuir sentidos durante a enunciação (ORLANDI, 2001), uma vez que GN1/EV1 é professor de evolução e salienta que é a seleção natural e a ecologia que detêm os aspectos próprios da biologia como ciência. Para Mayr (2008), os aspectos que fazem da biologia uma ciência única são: a complexidade de seu objeto de estudo, os sistemas vivos, nos quais novas propriedades emergem a cada nível de organização e integração, aspecto considerado no discurso de EC3; as causas próximas e últimas (descritas anteriormente); o pluralismo, no que se refere a possuir mais de uma causa para explicar um dado problema; a probabilidade, isso é, o acaso e a interferência de

diversas variáveis simultâneas impedindo que qualquer fator individual seja 100% responsável pelo resultado; e o pensamento holístico (ou fisicismo não reducionista, como observado nas discussões de El-Hani (2002), que considera que o estudo dos seres vivos não é possível apenas pela fragmentação, por meio do entendimento de suas partes, uma vez que as somas destas não permitem compreender o todo, o que deve ser complementado pelo o estudo do todo, que contribui para o entendimento das partes.

Ao falar desses aspectos, não podemos deixar de mencionar que para a professora pesquisadora GN3/EV3 a biologia é a ciência da evolução, caracterizando-a como diferente da física e da química, pois essas áreas desenvolvem “pesquisas mais objetivas, sem essa visão.”. Seu discurso é singular, considerando os demais apresentados, e, embora se tenha debatido sobre os diversos aspectos que caracterizam a biologia como ciência, vale lembrar que a evolução é para a biologia o que a gravidade é para a física: uma lei universal. Todo ser que é vivo é passível de evolução (MAYR, 2008; JACOB, 1983; GAYLORD, 1957). No entanto, essa lei universal ainda é um tanto diferente das observadas na física e na química por dois fatores: a) a incapacidade de prever como, onde e quando e este fenômeno ocorrerá; b) o outro fator é o que a própria GN3/EV3 ressalta, “tem que ter uma visão mais ampla” quando se estuda a vida, sob uma perspectiva evolutiva.

Por esse aspecto, observamos o estilo de um pensamento holístico, voltado para o complexo sistêmico em que a vida tem se manifestado na natureza. Com isso, podemos aproximar o discurso dessa professora pesquisadora daqueles que também concebem *a biologia como uma ciência ampla e que interage* com as demais áreas do conhecimento, compondo outro núcleo de significação desse bloco analítico.

Dentre os professores que concebem a biologia como uma ciência ampla e interacionista e que por isso estão inseridos nesse núcleo de significação, alguns discursos também podem ser relacionados com a concepção experimentalista dessa ciência – apresentada no segundo núcleo de significação –, como é observado no dizer do professor pesquisador EC2: “tem uma interação muito grande, principalmente na área que eu trabalho, que é a ecologia, ela tem uma interação muito grande com as demais ciências.”. Esse ecologista, além de caracterizar a biologia perante o método científico anteriormente, também salienta que esta ciência interage com as demais áreas de produção de conhecimento científico no que se refere ao “trabalho” – interpretado como

atuação em pesquisas, experimentação – que a biologia pode realizar junto a essas diferentes áreas.

A caracterização da biologia como ciência interacionista foi evidenciada nos discursos por conta de um aspecto multidisciplinar das ciências biológicas, tal como o próprio BC2 afirma que vê “a biologia como uma área que permite que você tenha múltiplos meios de trabalhar. (...) Então é uma ciência multidisciplinar em tudo.”. Nesse sentido, também podemos associar os discursos desse núcleo com o segundo, mas, também em relação à aplicação, uma vez que a biologia por ter essa multidisciplinaridade é o que “leva a novos descobrimentos sobre os processos vitais e cria novas oportunidades para traduzir esses avanços em aplicações práticas” (BARBERA; SENDRA, 2011, p.78).

Todavia, devido a essas múltiplas abordagens das ciências biológicas que possibilitam as interações com as diversas áreas do conhecimento, o professor pesquisador EC1 afirma ser complicado fazer uma caracterização da biologia como ciência, como pode ser observado em seu dizer no trecho a seguir:

I: Como você caracteriza a Biologia como ciência em relação às outras ciências naturais, como a física e a química?

EC1: É bem complicado fazer uma caracterização. Eu acho que essa caracterização depende muito de cada cientista, da visão de cada cientista. (...) É uma ciência que os padrões nem sempre são claros, então, a gente costuma dizer que a biologia é uma ciência contingencial.

A biodiversidade presente na biologia, elencada nos dizeres de BQ2, contribui para refletirmos sobre o que Mayr (2008, p.100) defende em relação à causalidade na biologia: “essa abordagem em geral não tem sucesso; com efeito, ela é frequentemente enganosa. Pode ser difícil, se não impossível, destacar a causa em uma interação de sistemas complexos”. Nesse sentido, vale ressaltar que o motivo da contingência da biologia para EC1, se deve ao objeto de estudo, uma vez que “ele varia muito porque ora você pode encontrar respostas para plantas, ora você pode encontrar respostas para animais, ou você encontra respostas relacionadas às características genéticas de uma maneira geral. Então, o objeto de estudo também dá essa característica contingencial para a biologia, um pouco diferente da física e da química, por exemplo”. Embora EC1 não tenha dito as particularidades da física, que a torna uma ciência

diferente da biologia, no momento em que explana o caráter contingencial podemos aproximar o discurso do professor pesquisador à contraposição da biologia à redução das leis utilizadas na física e na química, algo que Mayr (2008) salienta em sua obra. Nesse aspecto, EC2 também corrobora os autores e EC1, ao discursar que “na física você controla tudo. Na Química você controla tudo. Na Biologia é muito difícil de você controlar os fenômenos naturais e as interferências desses fenômenos nos processos.”, evidenciando que na biologia as leis universais não são tão fáceis de serem aplicadas como nas demais ciências naturais (MAYR, 2008).

Na sequência da caracterização da biologia como ciência, ainda neste bloco, os professores pesquisadoras também salientaram episódios que conferem a importância atribuída à biologia nos seus contextos históricos e atuais. A pertinência dessa discussão se deve pelas contribuições que a história e a filosofia têm no desenvolvimento da biologia, uma vez que o passado contribui para o presente (ARANHA; MARTINS, 1993). Nesse sentido, EC1 explana “que não só a biologia, mas também outras ciências, de uma maneira geral, tiveram algumas fases de grande relevância na história da humanidade. E, independente de ser a Biologia ou não, as ciências têm momentos na história.”.

Seguindo essa perspectiva, os discursos dos professores pesquisadores que destacam a importância da biologia perante os contextos pelos quais essa ciência percorreu fazem parte do núcleo de significação intitulado *os principais momentos da biologia*.

Dentre os vários episódios, EC1 comenta que “a biologia já teve um grande momento na história, na época das grandes navegações, das grandes descobertas, foi uma época extremamente importante para biologia surgir como ciência e começar a ganhar importância”. O episódio das grandes navegações mencionado por EC1 possivelmente faz referência à viagem de Darwin para a América do Sul no século XIX. Esse marco histórico foi para a biologia um “divisor de águas” no que se refere às visões de mundo, uma vez que duas fortes concepções sobre a origem da vida estavam sendo debatidas – o criacionismo e o evolucionismo (ARANHA; MARTINS, 1993; CHAUI, 2000).

Esse momento histórico da biologia suscita o que BQ2 e SV chamam de “choque com a religião”, uma vez que para Darwin foi difícil propor a origem de todas as espécies derivando de um ancestral comum, pois os estudiosos, a população em geral e, inclusive, ele próprio concebia o criacionismo como a explicação para a origem da vida. Mayr (1998, p.648) relata que foi um

período de muitas discussões sobre a evolução, pois embora os fósseis a corroborassem fatidicamente, a relação que a igreja tinha com a produção de conhecimento e de valores para a sociedade contribuiu para a concepção de Darwin sobre o ancestral comum, na qual ele “imaginava que no princípio devia existir uma ‘vida primeira’, e isso foi por ele expresso em uma sentença um tanto bíblica, da vida ‘que foi originalmente assoprada em algumas poucas formas, ou em uma só’”.

Outro episódio importante para a biologia que também faz menção à origem da vida é o debate entre as teorias abiogenistas e biogenistas, que são extraídas do discurso do fisiologista vegetal ao elencar que “hoje parece até curiosidade, [...] a visão de mundo das pessoas a mil, dois mil anos atrás, ou até mesmo uma concepção moderna, pensar que a geração espontânea poderia ser um aspecto relevante.” – o professor retrata a concepção moderna da abiogênese no sentido de que em muitos livros didáticos e até mesmo nos discursos de professores de ciências e biologia, defendem a teoria da abiogênese como errada (SANTOS, 2006; SANTOS, 2003). No entanto, se ponderarmos que atualmente quando se fala em origem da vida diversas teorias como, a panspermia e a evolução química sugerem que a vida começou por meio da união entre átomos, depois moléculas e assim por diante, não seria então a vida gerada espontaneamente? Embora essa seja uma questão em que seu pano de fundo ainda permanece obscuro, o que os trabalhos de Spallanzani, Pasteur e demais defensores da biogênese, como retratado no capítulo 1, contribuíram para essa questão foi que a vida não seria capaz de se originar da matéria inanimada com as condições atuais da Terra (MAIA; DIAS, 2012).

O fisiologista vegetal também assume a importância da biologia para a modificação dos modos de conceber o mundo ao afirmar que “sem a bagagem que a gente tem hoje, a gente teria a mesma conclusão! De onde surgiu ali aquele fungo? Se eu não vi fungo nenhum... Nunca vi bactéria nenhuma. Então a realidade do mundo é atualizada o tempo todo e a biologia possibilita isso”. De forma semelhante, o enunciado de BC2 volta a atenção para a importância histórica da biologia na construção do conhecimento e compreensão do comportamento da sociedade. Para isso, ele menciona o episódio do estudo da “*cela*¹⁹” em cortiça por Hobert Hooke (1635-1703):

¹⁹ A história da ciência narra esse episódio dos estudos de Hooke de forma diferente do que se encontra na maioria dos livros didáticos. Em meados do séc. XVII, Hooke, embora observasse a parede celular de uma célula vegetal, não a concebia como célula. O conceito de célula foi melhor discutido e construído anos mais tarde por Robert Brown (1773-1858), Schleiden, Schwann, entre outros.

BC2: Se você for analisar historicamente a Biologia, é muito importante esse processo histórico e tem que ser dado. Por exemplo, vou analisar uma célula, mas quem que teve essa ideia e começou primeiro? E aí você tem aqueles microscópios monoculares, e o cara conseguiu olhar a cortiça e teve todo o histórico para chegar na microscopia eletrônica de transmissão.

Para BC2, é importante lembrar os contextos dos episódios que proporcionaram o desenvolvimento dessa ciência, bem como seus protagonistas. Esse pensamento se aproxima do de Matthews (1995), Martins (1998), entre outros autores que defendem a importância da história da ciência no ensino, no sentido de proporcionar aos estudantes um maior entendimento da natureza do conhecimento científico.

As enunciações, destacadas neste terceiro bloco, trazem à tona as diferentes racionalidades, como o indutivismo, empirismo, positivismo, dentre outras, que foram importantes para o desenvolvimento da biologia. Não resta dúvida de que as rupturas, os questionamentos e os distintos paradigmas contribuíram para as visões de mundo atuais, tanto é que nos discursos dos professores pesquisadores podemos identificar os principais elementos dessas visões, por meio da formação discursiva e da memória (ORLANDI, 2001).

4º Bloco Analítico: *Principais problemas da biologia*

Consideramos que uma das importantes contribuições do estudo da História da Ciência reside na identificação das principais questões-problema que proporcionaram (e proporcionam) a construção do conhecimento científico. Essa assertiva nos levou a propor a estruturação do quarto bloco analítico (Quadro 07), referente aos *principais problemas da biologia*, na visão dos professores pesquisadores que participaram deste estudo.

Como o enfoque desta pesquisa são os conceitos e definições de vida, também buscamos saber se o problema “o que é vida” faz parte dos discursos dos professores pesquisadores, bem como o que a biologia tem se ocupado na concepção desses sujeitos. Vale ressaltar que consideramos importante nesta seção buscar, nos diálogos estabelecidos com os professores pesquisadores, os elementos discursivos sobre como a ciência biologia tem se construído e contribuído para o entendimento do fenômeno vital.

Quadro 07 Síntese do quarto bloco analítico.

Resumindo:	
Blocos analíticos	Síntese das respostas obtidas pelos sujeitos
4. Os principais problemas da biologia nas concepções de professores pesquisadores	<p>EC1: Uso de recursos hídricos.</p> <p>EC2: Genética mendeliana e evolução de Darwin.</p> <p>EC3: Origem da vida, evolução darwiniana, genética e funcionamento do cérebro.</p> <p>AV: Os problemas de Darwin e Mendel, bem como o sucesso da molecular que exige uma busca pelo aperfeiçoamento da identificação e classificação de plantas.</p> <p>FV: Capacidade das plantas de adaptar, de sobreviver em ambientes restritos, origem da vida, o que mantém uma célula viva, diferença entre vivo e morto.</p> <p>SV: Aquecimento global; desenvolvimento de vacinas; a evolução das angiospermas.</p> <p>GN1/EV1: Saber como que os seres vivos vivem, do que eles vivem, como eles funcionam, principalmente o ser humano. Do que os organismos são feitos? Quais estruturas? Como se reproduzem? E, como eles evoluem?</p> <p>GN2/EV2: Origem da vida, o que é vivo e o que não é vivo, como os seres vivos se desenvolvem e para onde os seres vivos vão.</p> <p>GN3/EV3: Origem da vida, evolução do homem, regulação e expressão gênica, estudo do DNA.</p> <p>BC1: A diversidade de seres vivos, manipulação do material genético, biotecnologia, alterações climáticas, doenças, como funciona o cérebro humano e entre outras.</p> <p>BC2: As vacinas, o aprimoramento de tecnologias, como o microscópio. O controle biológico de insetos praga.</p> <p>BQ1: DNA e a sua estrutura, o modo de replicação, transcrição.</p> <p>BQ2: Evolução das espécies, hereditariedade, DNA e origem da vida.</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Em uma análise geral do Quadro 07, percebemos que, na visão dos sujeitos desta pesquisa, as questões mais frequentes na biologia podem ser reunidas em três grandes categorias: a) organização estrutural e funcional dos seres vivos (SV); b) natureza e estrutura do material genético e sua expressão (EC2, EC3, AV, GN3/EV3, BC1, BQ1 E BQ2); c) hereditariedade e evolução (EC2, EC3, AV, SV, GNI/EV1, G3 e BQ2); d) origem da vida e distinção entre vivo/não-vivo (BQ2, GN2/EV2, GN3/EV3, FV e EC3). As demais questões que foram emergindo dos discursos dos professores pesquisadores estão relacionadas às respectivas áreas de atuação, evidenciando o contexto de seus dizeres. Mas, ressaltamos que uma concepção diferente sobre o processo de construção do conhecimento da biologia foi levantada por EC1, no que se refere às questões problemas da biologia:

EC1: Eu daria um tiro no pé se eu falasse que existem questões na biologia que ainda não têm resposta. Eu acho que sempre tem uma maneira mais adequada de abordar essas questões e

encontrar a melhor resposta possível (...). A biologia não tem uma resposta exata e única. Se eu falar que existe uma resposta única eu estou sendo dogmático, então não estou sendo mais o cientista. (...) eu acredito que existem respostas coerentes e para encontrar essas respostas, nós precisamos encontrar a melhor forma de abordar as perguntas. Uma questão problema da biologia é a questão de como caracterizar o ser vivo. Desde a época do Darwin até hoje, nós não temos uma resposta que dizemos ‘esta é a resposta adequada’.

Está presente nas entrelinhas dessa fala que no desenvolvimento da ciência várias respostas são emitidas para as questões colocadas, não sendo possível considerar se elas são adequadas ou não em cada contexto histórico. No tocante à necessidade de o pesquisador “encontrar a melhor forma de abordar as perguntas”, o pensamento de EC1 se aproxima ao de Jacob, que considera que o desenvolvimento da ciência é a “história das tentativas de colocar novas questões, ou melhor, de colocar as antigas questões de maneira nova” (JACOB, 1983, p.7). O episódio aqui analisado salienta como a AD “em consonância com o método e os procedimentos, não visa à demonstração, mas a mostrar como um discurso funciona produzindo (efeitos de) sentidos.” (ORLANDI, 2001).

Os sentidos extraídos das questões de GN1/EV1 nos permitiu alocar seu discurso na primeira categoria deste bloco – *organização estrutural e funcional dos seres vivos*. Para esse professor pesquisador, as principais questões das quais a biologia tem se ocupado para o entendimento do fenômeno vital, diz respeito à “do que os organismos são feitos, quais estruturas, como eles funcionam?”. Nesse sentido, basta voltarmos alguns episódios históricos, como os estudos de Galeno, do capítulo 1, sobre o funcionamento da circulação sanguínea. O interesse por explicar esse sistema girava em torno da concepção dos *pneumas* que circulavam pelo corpo e que mantinham o organismo vivo. Logo, o ser vivo era concebido como um ser animado. Mais tarde, os estudos de Schwann e Schleiden, que foram importantes para estruturar a teoria celular, como também visto no capítulo 1, centrava-se no conhecimento da unidade básica e elementar que compunha os seres vivos, ou seja, a célula. Essas questões elencadas por GN1/EV1 são marcadas com grandes episódios para a construção do conhecimento biológico e, portanto, são de tamanha importância para a ciência biologia. Esse professor geneticista acredita que “essas grandes questões foram resolvidas quase que completamente pela anatomia,

morfologia, biologia celular...”, mas, destaca que “embora se saiba muita coisa, ainda não se sabe tudo”.

A segunda categoria do bloco 07 se refere aos discursos que trazem o *DNA*, bem como sua replicação e expressão. Essas questões foram frequentes entre os profissionais que atuam nos segmentos da biologia molecular, como os profissionais da genética e da bioquímica – embora isso já pudesse ser esperado, segundo a análise discursiva. No entanto, o anatomista vegetal também destacou que “a descoberta do DNA e como ele se reproduz” são as principais questões que “revolucionaram a Biologia.”. Para o bioquímico BQ1, o DNA foi um dogma na biologia, de modo que as principais questões que contribuíram para a ampliação do conhecimento biológico foram “o DNA, sobre a estrutura do DNA,” e depois, “como é que funciona a replicação a transcrição, a tradução,”. Através das entrelinhas desses discursos se tem, de fato, um dos episódios mais marcantes para a biologia do século XX: as publicações de Watson e Crick. Embora esses professores pesquisadores não tenham mencionado essas personalidades da genética, percebemos que o discurso de BQ1 se aproxima de Ramos (2012), ao relatar que durante a corrida para o entendimento da estrutura do DNA, o gene “estabelecia-se como um dos dogmas centrais da genética moderna” (RAMOS; NEVES; CORAZZA, 2012, p. 134). Como Watson e Crick propuseram que as informações dos organismos eram armazenadas no ácido desoxiribonucléico, eis que o conceito de gene assume, perante um pensamento reducionista, uma lei universal do mundo vivo, uma vez que são os genes que controlam as expressões das informações contidas no DNA e esses estão presentes em todas as formas de vida.

Ainda que essas pesquisas tenham sido importantes, principalmente em 1954 com a publicação da dupla-hélice de Watson e Crick, para alavancar uma série de novas pesquisas para o entendimento do material genético, a professora GN3/EV3 afirma que “hoje em dia se busca muito entender como que os genes são regulados e como é controlada a expressão gênica”. Nesse sentido, seu enunciado revela que o conhecimento nessa área não se esgota, mesmo conhecendo a natureza, a estrutura do DNA.

Diante dessa premissa, destacamos que a problemática dos genes tem sido o paradigma da biologia moderna, colocada em evidência com a sua molecularização no séc. XX (EMMECHE; EL-HANI, 1999). Por conta desse movimento nessa ciência, evidencia-se uma concepção do fenômeno vital à luz do fisicalismo reducionista, tal como mencionado

anteriormente. Embora a AD com seus elementos discursivos confirme as formações imaginárias presentes nos discursos desses profissionais, percebemos que a questão do material genético tem se mostrado uma eficiente demarcação de uma época, ou período histórico, tal como Jacob (1983) afirma que são as questões tão importantes quanto a extensão do conhecimento produzido.

Outras grandes questões que proporcionaram o desenvolvimento da biologia, apontadas nos discursos dos professores pesquisadores, são referentes à *evolução e à hereditariedade* – terceira categoria. O professor pesquisador EC2 argumenta que a questão chave da biologia não se relaciona tanto a Watson e Crick, mas sim à teoria da evolução de Darwin. Para esse ecologista ainda “tudo quase funciona em cima disso”, e, complementa: “Darwin não tinha essa noção de gene e, no entanto, descreveu a evolução. Depois a genética veio confirmar”. EC2 também não deixou de considerar problemas pertinentes a sua área de atuação, pontuando que “questões de repovoamento, ou a questão da importância de determinados impactos ambientais e fluviais”, são também questões relevantes da biologia e, que de certa forma, estão relacionadas aos estudos evolutivos.

Ao ser questionado se a biologia ainda apresenta questões que não foram respondidas, EC2 afirmou que “ainda não conhecemos todas as formas de vida” e que “tem muita coisa para ser descoberta ainda”. O pesquisador explicou que o rio onde trabalha está “localizado na região mais desenvolvida do país, e que tem inúmeras bases de estudos, inclusive de ecologia, no entanto, muitas espécies são anualmente descobertas”. Podemos inferir por meio do discurso desse pesquisador e dos demais entrevistados, que a biologia busca continuamente respostas às questões formuladas à medida que os “fatos podem ser mudados”, principalmente, em decorrência do desenvolvimento tecnológico que tem permitido o progresso dessa ciência e das novas formas de pensamento.

Como a biologia lida continuamente com a identificação e com a classificação de espécies novas, não podemos deixar de mencionar que estas também seguem questões referentes a padrões evolutivos. Sobre a evolução, alguns dos professores pesquisadores acreditam que, para esse problema, atualmente já se têm respostas. Essa ideia está explícita no discurso de EC3 ao argumentar: “a evolução, já está resolvida”. No entanto, GN1/EV1 salienta questões que ainda não foram respondidas sobre a evolução e que cabem aos biólogos respondê-las:

GN1/EV1: como eles evoluem? (...) Quando eu falo como eles evoluem, é ... porque que o nosso mundo tem as espécies que tem e não outras? Esse é assunto da evolução. Por que hoje você não tem mais, igual um amigo meu me perguntou, quais são os mamíferos mais primitivos? Não se existem mais. Então, por que umas espécies se extinguem e outras não? Por que a barata está aí até hoje? Então são aspectos que eu considero da biologia muito importantes.

Quando EC3 afirmou que a evolução é uma grande questão resolvida, provavelmente quis dizer que não tem dúvida de que a evolução acontece, mas isso não significa que a teoria sintética – que tem procurado explicar este fenômeno – é dada como acabada, uma vez que a seleção natural não é o único mecanismo pelo qual a evolução biológica ocorre (MEYER; EL-HANI, 2005). Hoje em dia, discute-se a ideia de que não apenas a seleção natural, mas também outros fatores como a deriva genética, a plasticidade fenotípica, a epigenética, entre outros, têm importante papel na evolução dos seres vivos (BITTENCOURT DOS SANTOS, EL-HANI, 2013).

Além da questão da evolução, EC3 salienta que a mente é uma grande incógnita na biologia, envolvendo um viés filosófico para a sua compreensão. Para o ecologista, cabe à biologia buscar responder essa intrigante questão, uma vez que ela diz respeito ao modo como o cérebro funciona.

EC3: O que faz você me fazer essas perguntas e eu estar respondendo aqui? Eu acho que é uma coisa que ninguém nunca vai explicar. Isso é que eu acho que leva muita gente a atribuir uma alma para o corpo. “Tem um espírito que faz com que eu pense”... Mas como funciona o cérebro, a mente?

A partir desse enunciado, inferimos que, para EC3, a crença de uma alma para o fenômeno vital, presente em correntes de pensamento como a animista, pode ter sido originada devido aos conflitos na tentativa de entender como funcionam nossas estruturas cerebrais, responsáveis pelo pensar. Embora EC3 tenha, de forma cética, afirmado que ninguém nunca vai explicar esse fenômeno, a problemática da mente tem sido pertinente ao conjunto de questões que norteiam os estudos desde a antiguidade, quando o próprio Aristóteles atribuiu a capacidade do intelecto à alma (ARISTÓTELES, 2010). Logo, o nosso pensar era concebido como uma essência externa. No entanto, no decorrer dos contextos históricos, percebemos que não apenas filósofos, mas também cientistas passaram a investigar o ato de pensar. A questão de como

funciona a mente fez parte dos estudos de Schrödinger (1997), pois seu problema consistia em entender qual é o processo material diretamente associado à consciência. Embora atualmente haja muitas contribuições epistêmicas que nos auxiliem em reflexões sobre esse assunto, Barberá e Sendra (2011) ainda afirmam que cabe a biologia buscar responder qual é a base biológica da consciência, sendo uma das promessas do século XXI. Essa questão mostra como o discurso de EC3 estabelece uma continuidade com seu dizer sobre a importância atribuída a biologia nos últimos cinquenta anos.

Dentre os discursos dos professores pesquisadores que destacam o problema da *origem da vida e a distinção entre ser vivo e não vivo* – quarta categoria –, percebemos que a questão associa-se às distintas formas de se pensar, como o pensamento vitalista, teleonômico e/ou animista imbuídos nesses discursos. Assim, no enunciado de GN2/EV2, evidenciamos o resgate do embate entre as teorias abiogenistas e biogenistas quando essa professora menciona o episódio do uso de microscópios para o conhecimento de microorganismos antes jamais vistos:

GN2/EV2: Uma das principais é essa questão da origem da vida, de onde eu vim? Para onde eu vou? O que eu estou fazendo aqui? Essa questão do que é vivo? E do que não é vivo? Como é que se desenvolve, digo, como é que nascem os organismos? Isso eu também acredito que seja uma questão, como que se desenvolvem os organismos, quando começou a ter as lentes microscópicas e começamos a enxergar outras coisas, o que era isso?

Ao lembrarmos o episódio narrado no capítulo 1, sobre o experimento de Needham e Spallanzani, percebemos que a questão “como surge a vida?” foi importante para a biologia no que se refere à proposição de conjecturas que foram testadas e refutadas, tal como menciona Mayr (2008) ao considerar que em todos os momentos a diversidade intelectual é importante para a proposição de diferentes testes, hipóteses e teorias que possibilitam o desenvolvimento da biologia.

“O fenômeno da vida, como surgiu” (FV), constitui uma das principais questões colocada na biologia para EV, EC3, GN2/EV2 e, também, BQ2. Quanto a essa questão, EC3 e GN2/EV2 acrescentam que a origem da vida “ainda está longe de ser inteiramente resolvida, embora haja indícios para solucioná-la (EC3)”. Por outro lado, BQ2 considera em seu discurso que o experimento elaborado por Stanley Miller (com auxílio de Harold Clayton Urey) representa para

a biologia uma das “descobertas” mais importantes, uma vez que possibilitou a explicação de uma origem química para a vida.

BQ2: Do ponto de vista da origem da vida, isso é importante, porque como eles funcionam hoje tem a ver como eles surgiram, mas provavelmente eu diria que a descoberta do Stanley Miller, de que sistemas químicos podem levar a formação de células complexas, seja uma das descobertas mais importantes que permite a gente pensar na vida.

Parafraseando o pensamento de BQ2, diríamos que a questão-problema que levou ao experimento poderia ser considerada uma das mais importantes para a biologia, uma vez que não houve uma “descoberta”, mas a elaboração de uma teoria – a síntese química para a origem da vida. De acordo com Gil-Pérez *et al.* (2001), faz parte da concepção o empirico-indutivista da ciência a ideia de que o conhecimento é produzido como “descoberta”. Além disso, por mais que os resultados do experimento desenvolvido por esses cientistas tenham contribuído para os estudos sobre a origem da vida, ainda existem muitas lacunas nas respostas à questão, para serem considerados uma “descoberta”. Sob essa consigna, Peretó (2005, p.23) sugere que a origem da vida “é uma questão de duas biografias: i) ontogenética, sincronizada, desenvolvida, existência individual, baseada nas propriedades autopoieticas e ecológicas (autoconstrução); e ii) uma história coletiva, diacrônica, populacional e processo evolutivo”. Nessa conjectura, os processos metabólicos, genéticos e evolutivos, constituem os pilares que sustentam a vida. Ou seja, atualmente temos uma complexa rede de pensamento que extrapola o conceber reducionista de que os resultados experimentais de Miller e Urey sejam suficientes para apontar um desses caminhos propostos por Peretó (2005).

Ao ampliar a questão sobre a origem da vida, a professora pesquisadora GN3/EV3 afirma que as “principais questões que sempre nortearam os pesquisadores são o entendimento da origem da vida e como ela se mantém”. Nesse sentido, o fisiologista vegetal também compartilha a dúvida ao indagar “o que mantém uma célula viva?” e ainda, “o que diferencia uma célula viva de uma morta?”. Esses profissionais disseram estar, ainda, longe de poder emitir respostas a essas questões. Todavia, no momento seguinte da entrevista, foram instigados a refletirem sobre essas respostas, as quais possibilitaram elaborar a síntese que compõe o quinto bloco analítico (Quadro 08).

5º Bloco Analítico: *Concepções dos professores pesquisadores sobre a origem da vida*

Quadro 08 Síntese do quinto bloco analítico

Resumindo:	
Blocos analíticos	Síntese das respostas obtidas pelos sujeitos
5. Concepções dos professores pesquisadores sobre a origem da vida	EC1; EC2; EC3; AV; FV; GN1/EV1; GN3/EV3; BC1; BC2; BQ2: evolução química EC2, GN1/EV1, GN3/EV3; BQ1: evolução dirigida SV: endosimbiose EC2, BC2, GN2/EV2: panspermia cósmica

Fonte: elaborado pelas autoras.

Ao analisar a síntese do Quadro 08 é notória a ênfase do pensamento evolutivo presente na questão sobre a origem da vida. Enquanto alguns professores manifestaram incertezas e a falta de uma resposta conclusiva sobre como a vida se originou na Terra no bloco posterior, nesse momento da entrevista, houve por parte deles um consenso de que a vida tem um começo, tal como relata GN3/EV3: “Eu acredito na vida, no surgimento da vida, como um evento único. Foi a junção de moléculas e o evento único que criou a primeira célula. E, a partir daí, por todo o processo evolutivo, a vida foi surgindo”.

Os discursos dos professores pesquisadores que compartilham essa linha de pensamento sobre o início da vida estão agrupados no núcleo de significação denominado *evolução química*, uma vez que fazem referência, de modo explícito ou implícito, ao modelo de Oparin (1894-1980) e Haldane (1892-1964), que depois foi testado por Stanley Miller (1930-2007) e Urey (1893-1981). Nessa concepção, a vida na Terra teria sido formada em uma atmosfera primitiva, contendo os gases amoníaco, metano, hidrogênio e vapor de água, necessários para a ocorrência de reações químicas, desencadeada mediante as descargas elétricas provocadas por raios, que resultou na síntese das primeiras moléculas orgânicas, como os aminoácidos – constituintes das proteínas (MAIA; DIAS, 2012).

A frequência desse pensamento pode estar relacionada ao que o AV menciona sobre acreditar ser “aquilo que é dito de maneira geral nos vários cursos de biologia... aquilo que surgiu como proteína, depois DNA”. Diante desse contexto, percebemos nitidamente a formação discursiva e a influência da memória, uma vez que, nos seus discursos, esses professores pesquisadores narram a origem da vida de modo bem próximo ao que está presente em livros didáticos, paradidáticos e manuscritos científicos (KAWASAKI; EL-HANI, 2002).

Embora esses professores pesquisadores compartilhem a concepção sobre a origem da vida à luz da evolução química, percebemos distintas formas de pensamento durante a explicação. Um desses pensamentos é o teleonomismo, observado em EC2 ao explicar que acredita “em uma evolução química.”, e também “que tem uma força que direcionou tudo isso.” Nesse caso, discursos próximos ao de EC2 fazem parte do segundo núcleo de significação: *evolução dirigida*.

O professor EC2 evoca uma entidade suprema em seu discurso, a qual seria responsável por guiar os processos evolutivos. Nesse mesmo raciocínio, estão BQ1 e GN3/EV3. Para GN3/EV3 “não existe o conflito entre a evolução e o criacionismo”, uma vez que afirma ser religiosa e por isso acredita “na evolução, mas na evolução como uma forma de criação divina”. Com um pensamento parecido ao de GN3/EV3, apresentamos a seguir o discurso de BQ1, que afirma acreditar em criacionismo diferente.

BQ1: Eu acredito no criacionismo, embora um pouco diferente. Até aceito a evolução, mas eu acredito que tudo se vem dirigindo. Deus dirigiu a evolução para criar as espécies. Não foi algo aleatório como as pessoas falam, como quem acredita muito em evolução... até porque, se a vida fosse rodada de novo se chegaria em outro padrão, outros seres vivos diferentes. Mas eu acredito que não.

Com esses discursos percebemos a coexistência entre duas e, tecnicamente, opostas formas de pensar: o evolucionismo e o criacionismo. Essa coexistência de pensamentos é comumente encontrada nas pessoas de um modo geral, mesmo entre estudiosos da ciência. Todavia, ao fazer ciência, os cientistas, muitos dos quais são religiosos, não se pautam nas explicações sobrenaturais ao elaborarem conjecturas e teorias acerca dos fenômenos naturais, mas sim, em fatos e evidências concretas. Segundo Mayr (2008), na ciência o grau de abertura para novas teorias é o que a faz avançar, diferente do que é visto nas religiões. O autor ainda distingue o dogma religioso do conhecimento científico, afirmando que na ciência

“(…) encontram-se versões diferentes de quase qualquer teoria. Novas conjecturas são feitas continuamente, conjecturas anteriores são refutadas e em todos os momentos existe uma considerável diversidade intelectual. Com efeito, é por um processo darwinista de variação e seleção na formação e teste de hipótese que a ciência avança.” (MAYR, 2008, p.59)

Contudo, por mais que os cientistas tenham essa “maior abertura” para novos fatos, admitindo-se, portanto, a contestação de hipóteses e teorias, tanto estes quanto os teólogos trazem consigo um conjunto de “princípios iniciais” para estudar o mundo (MAYR, 2008, p.59). Para o autor, cientistas assumem a existência de um “mundo real, independente das percepções humanas” (ibidem). Isso é, como Mayr acrescenta, a ciência é objetiva, oposta à subjetividade. Dessa forma, embora esses professores pesquisadores admitam em seus discursos a presença de uma “força”, ou até mesmo Deus para explicar a origem da vida, isso não ocorre, por exemplo, quando estão apresentando resultados de suas pesquisas no meio científico.

Diferente do teleonomismo, o vitalismo evocado pelo discurso GN1/EV1 assume o princípio vital como uma força diferente da metafísica. Para os vitalistas do século XVII, essa força seria equiparada a um protoplasma, ou estado coloidal²⁰, que faz os seres vivos serem diferentes dos seres inanimados (MAYR, 2008). Nesse sentido, o professor pesquisador GN1/EV1 se intitula vitalista ao dizer que concebe a importância de uma força vital para guiar os eventos que proporcionaram a origem da vida, bem como a evolução. No entanto, a continuidade de seu discurso torna-se subjetivo quando afirma acreditar que a evolução química tem “uma influência espiritual. Ou seja, os emissários de Deus foram dirigindo essas moléculas para se chegar às primeiras células.”.

Ao analisar essa enunciação, percebemos que a concepção de vitalismo de GNI/EVI está associada a um tipo de força metafísica, diferente da força vital defendida pelos vitalistas do século XVII (MAYR, 2008). Nesse caso, esse professor se aproxima mais de EC2, BQ1 e GN3/EV3, revelando um certo teleonomismo ao acreditar em uma força divina que estabelece o caminho da evolução.

Demonstrando um pensamento contrário ao teleonomismo e ao criacionismo, EC3 afirma que a única coisa que não acredita é no criacionismo, admitindo, além da evolução química, a possibilidade de que a vida surgiu na Terra por meio da *panspermia* – terceiro núcleo de significação deste bloco.

A concepção de que a vida teria sido trazida para a Terra de algum ponto do universo compreende a panspermia. Maia e Dias (2012, p.72) afirmam que essa ideia é antiga, recorrendo desde a idade da Grécia Antiga com os estudos de Anaxágoras (500-428 a.C), ao

²⁰ Estado da matéria.

especular sobre a existência de “sementes da vida”, responsáveis por originar todos os seres vivos. No entanto, só em meados do século XIX é que a panspermia se assentou no discurso científico. Dentre os vários estudiosos dessa hipótese, foi Arrhenius o responsável por popularizá-la ao afirmar que “Por panspermismo, micro-organismos existentes no espaço poderiam contaminar qualquer planeta onde houvesse condições favoráveis à vida” (MAIA; DIAS 2012, p.74), sendo o caso do planeta Terra.

Dos professores pesquisadores que citaram a panspermia, EC3 foi o único a alegar que a explicação “ainda não resolveria o problema, porque permanece a questão sobre como a vida se originou lá, nesse outro planeta.”. O professor BC2 também admite a possibilidade da vida ter surgido na Terra por meio da panspermia, no entanto, conclui seu pensamento narrando o experimento da evolução química junto a uma força metafísica, evidenciando seu pensamento teleonomista:

BC2: Então, ela pode ter surgido espontaneamente, como ela pode ter vindo de outro planeta. Pelo modo de como encaramos atualmente parece que a vida surgiu nesse sentido, tal como fizeram experimento em laboratório com os elementos químicos para formar as biomoléculas. Parece que a terra primitiva, com seus oceanos e as tempestades teve condição de formar as moléculas que formaram as primeiras formas de vida. Isso trata bem no experimento de Stanley Miller, com as tempestades e formações de coacervados. Espontaneamente, assim do nada, é difícil. Aquelas teorias do Pasteur, aqueles experimentos das carnes que formavam as larvas, claro que aquilo não era controlado! Mas para a vida ter começado como a hipótese de Miller, tem que ter uma força superior. Quem é que mexeu os pauzinhos no começo para isso acontecer? Eu não fui! Mas quem? Então tem uma força, uma energia que a gente tem que atribuir, porque não foi assim, ao acaso, Alguns chamam essa força, a gosto do freguês, de Deus.

Seguindo essa linha exógena de pensamento, a professora GN2/EV2 explica que a vida pode ter surgido no nosso planeta por meio de RNAs “que vieram de fora por cometas. E esses RNAs acabaram se mantendo na Terra e isso foi se modificando, formando alguns príons, os próprios vírus e, a partir daí, surgiu o DNA, surgiu a vida”.

Nesse enunciado, percebemos a junção de duas hipóteses, panspermia e mundo de RNA. Essa última defende que a primeira molécula capaz de armazenar informações seria o RNA em vez do DNA. No entanto, a hipótese da origem da vida por meio de ácido ribonucléico é

classificada como “origem endógena da vida” (MAIA e DIAS 2012, p. 59), uma vez que para formar os nucleotídeos de RNA as moléculas orgânicas complexas teriam sido formadas na Terra primitiva.

Um pensamento oposto ao de GN2/EV2 é o de EC3. Para esse ecólogo nem sempre os seres vivos evoluem do mais simples ao complexo. O que será que ele quis dizer com isso? Para Lamarck, a vida começou com uma forma simples e depois foi aumentando a complexidade, de forma que a evolução seria um evento linear, enquanto para Darwin, a vida teria originado a partir de um ancestral comum e, por meio das derivações e seleções naturais, novas espécies teriam sido formadas de modo ramificado, como na metáfora da árvore (MEYER; EL-HANI, 2005). Mas, em relação à simplificação pelo processo evolutivo, EC3 faz referência de que não necessariamente temos seres complexos derivados de seres simples. Há uma via dupla, em que os seres simples também se derivam de seres mais complexos, como no caso dos vírus (EMMECHE; EL-HANI, 2000). Até pouco tempo atrás, discutia-se que a origem da vida teria sido com uma forma simples de vírus – tal como manifestado no discurso de GN2/EV2 – no entanto, ao estudar seu funcionamento de mutação e replicação, verificou-se que em uma atmosfera primitiva teria sido improvável o surgimento desse tipo de organismo, uma vez que ele por si só é inoperante no ambiente inorgânico, isso é, precisa de um meio altamente complexo, com riboenzimas e organelas celulares, encontradas somente dentro de uma célula, para se replicar (HARTMAN, 2000). Logo, os vírus podem ser considerados a forma mais simples de vida, tal como EC1 e EC3 o consideram, porém, não a sua origem.

A panspermia foi uma hipótese pouco citada entre os professores pesquisadores em comparação com a teoria química. Esse fato, provavelmente, se deve aos experimentos de Stanley e Miller, que ganharam bastante popularidade para reforçar a evolução molecular (MAIA e DIAS 2012).

Complementando os discursos aqui apresentados, vale ressaltar que para EC3 existem muitas lacunas sobre a origem da vida e que, por isso, estamos longe de solucioná-la com a evolução química ou a panspermia.

Outra forma de pensamento sobre a origem da vida, diferente das já mencionadas, é a *endosimbiose*, que compõe o terceiro núcleo de significação desse bloco. A hipótese consiste nas associações entre diferentes linhagens de micro-organismos com capacidade de evolução em

conjunto (MARGULIS; SAGAN, 2002). Seguindo essa linha de raciocínio, temos o discurso da sistemata vegetal:

SV: Eu gosto muito daquela teoria da endossimbiose, ela me convenceu bastante, esclareceu muita coisa... que a vida começou na água, que os átomos se juntaram, depois teve uma linhagem que englobou a mitocôndria e depois formou uma linhagem que englobou a clorofila, e foi formando o grupo das plantas... E depois, nesse contexto, quando a gente fala de evolução, essas características foram testadas e hoje a gente tem todos esses 5/6 reinos de uma maneira muito clara. Isso é, a teoria da endossimbiose ela esclareceu muita dúvida. Ficou mais claro o caminho do que aquelas teorias que a gente ensina para os alunos de Oparin, do rato que deixou a camiseta lá, da panspermia e de outras teorias que tem. E mesmo eu acreditando na evolução, eu acho que existe uma força por trás disso tudo que deu o boom que é a vida. A vida acontece dessa maneira, mas, eu acredito que existem outras forças por trás disso, que o homem não conseguiu provar cientificamente que existe. Imagine que você está com o médico e ele está com um corpo de um homem numa maca e ele está ali lutando pela vida dele e, de repente, o cara morre. O que está faltando naquele corpo? Ah é a vida, é a alma, é ... não sei o quê... Mas, então, a gente não está dizendo que pra ter vida é preciso ter célula? química? o pulmão tá ali, o coração está ali, tudo está ali. Mas o que está faltando? Então, tem muita coisa que a gente não consegue explicar. E se a gente levar isso a ferro e fogo, a gente não vive. Na minha concepção, a origem da vida é aquela que a vida começou na água, juntaram-se os átomos e foi criando o boom de diversidade que a gente tem hoje. Mas, por trás disso tudo, existe uma força maior... que estrutura tudo isso aí.

É possível observar uma mistura de teorias que explicam o surgimento da vida para SV. Logo no começo, ela afirma que a endossimbiose esclarece a dúvida da diversificação dos seres vivos e, ainda, faz uma crítica sobre as diversas teorias que são estudadas, como a evolução química de Oparin e Haldane e a geração espontânea (abiogênese). No entanto, ao explicar como concebe a origem da vida, ela também menciona os passos da evolução química – ou seja, nesse caso, percebemos o quanto houve a legitimação do discurso da hipótese de Oparin e Haldane em seu dizer, uma vez que, apesar da crítica aos autores, ela segue seus pressupostos, principalmente, quando afirma que a vida começa a partir das interações entre os elementos químicos. Ainda é possível atribuir ao discurso de SV uma corrente de pensamento animista ao buscar uma força que seja responsável por fazer a matéria orgânica viva diferente da matéria

orgânica inerte (CORRÊA *et al.*, 2008). Nesse caso, a professora pesquisadora até faz o uso do exemplo entre o cadáver e um corpo vivo para citar a alma como uma possível explicação para a diferença entre eles, como também explicado por Aristóteles (2001).

Ao concluir o bloco, percebemos que as reflexões que os professores pesquisadores apresentam sobre a origem da vida percorreu questões além da que foi proposta na entrevista. O diálogo com GN1/EV1, por exemplo, mostra que perguntas como “Qual é diferença entre um animal vivo e um animal morto? Se ele está morto, ele deixou de ser um ser vivo? O que dá a vida?”, vieram em seu pensamento para explicitar a importância do princípio vital para a formação da vida.

Todavia, destacamos que tão intrigante quanto é a vida para esses professores pesquisadores, é a própria morte para aqueles que apresentam uma cisão entre corpo e alma. Mas, os biólogos e filósofos quando discutem sobre o fenômeno da vida, não se referem a ela em oposição a morte, mas sim, em oposição ao inanimado: o que faz um ser vivo ser diferente de um amontoado de matéria inerte? (MAYR, 2008, p. 20). Ao pensar nessas questões, dedicamos o sexto bloco analítico para respondê-las por meio dos discursos dos professores pesquisadores envolvidos nesta investigação sobre o conceito de vida.

6º Bloco Analítico: *Caracterização dos seres vivos e definições de vida*

Os elementos da análise discursiva são fundamentais para a interpretação dos discursos desses professores pesquisadores, uma vez que para respondermos a questão proposta por esta pesquisa necessitamos evidenciar as contribuições dos conhecimentos produzidos ao longo do percurso de formação e atuação desses geneticistas, evolucionistas, bioquímicos, botânicos, ecólogos e biólogos celulares.

Os momentos da entrevista, pertinentes a este bloco, proporcionaram relacionar parte dos dizeres dos sujeitos com os dizeres dos blocos analisados anteriormente, principalmente o primeiro e o quarto. Acreditamos ter sido relevante promover a discussão sobre essas temáticas, uma vez que, para caracterizar um ser vivo, esses profissionais teriam que recorrer aos seus conhecimentos sobre o que é a vida, mesmo que de forma implícita.

Quadro 09 Sexto bloco analítico – Caracterização dos seres vivos e definições de vida

Síntese das respostas obtidas pelos sujeitos		
Caracterização dos seres vivos pela:	e	A vida é:
<p>EC1: presença de <i>metabolismo, obtenção de energia, reprodução e perpetuação</i>.</p> <p>EC2: capacidade de nascer, crescer, <i>se autoreproduzir</i>, interagir com outras vidas e morrer.</p> <p>EC3: capacidade de reproduzir e ser selecionado, passar por processos evolutivos.</p> <p>AV: presença de <i>DNA, que se replica com auxílio de proteínas</i>; com capacidade de <i>se reproduzir</i>.</p> <p>FV: dependência de uma combinação única de interações, de <i>aquisições de energia e de um contexto metabólico complexo</i>, com um monte de reações acontecendo, para que a vida perpetue.</p> <p>SV: composição de <i>características químicas e morfológicas</i> que eles conseguiram adquirir ao longo da evolução.</p> <p>GN1/ EV1: capacidade de crescer, se reproduzir e possuir um <i>metabolismo</i>.</p> <p>GN2/EV2: presença de <i>material genético</i>, capaz de passar uma herança por meio da reprodução.</p> <p>GN3/EV3: presença de <i>DNA e capacidade de se perpetuar</i>.</p> <p>BC1: presença <i>estruturas celulares, metabolismo e capacidade de por energia no sistema biológico para utilizar essa energia na criação e manutenção de uma ordem molecular biológica, conforme está especificado no material genético</i>.</p> <p>BC2: organização de <i>elementos químicos e moléculas específicas que armazenam informações</i>; capacidade de evolução e reação aos estímulos do ambiente.</p> <p>BQ1: capacidade de se reproduzir e pelas condições de fazer <i>reações químicas e acelerar reações químicas</i>.</p> <p>BQ2: <i>autopoiese cognitiva</i></p>	<p>e</p>	<p>EC1: um <i>ciclo vital</i>; <i>interações</i> estabelecidas com o meio vivo e não vivo.</p> <p>EC2: um <i>ciclo vital</i>; um sistema que <i>interage</i> e <i>se autoreproduz</i>.</p> <p>EC3: um <i>fenômeno seletivo</i>.</p> <p>AV: <i>DNA e RNA</i>, moléculas essenciais da vida.</p> <p>FV: <i>metabolismo e interação</i> com o ambiente.</p> <p>SV: um conjunto de compostos químicos, que reagem, conseguem <i>se reproduzir</i> e comandar todas as outras atividades dessa <i>química</i>. A vida é a química que funciona. <i>Um metabolismo</i>.</p> <p>GN1/EV1: um fluído vital que permite o metabolismo, o crescimento, a reprodução e a perpetuação acontecer.</p> <p>GN2/EV2: mais do que você ter uma sequência de DNA, ela é algo além da química, uma <i>essência vital ou alma</i>.</p> <p>GN3/EV3: uma <i>identidade genética</i> organizada no DNA, com capacidade de <i>se reproduzir</i>.</p> <p>BC1: um fenômeno <i>físico e químico</i>, que tem que ter a moradia, tem que ter a matéria orgânica <i>energizada</i> e a capacidade de <i>reprodução</i> para que a espécie tenha continuidade.</p> <p>BC2: o <i>movimento</i> e a <i>evolução</i> que dão a capacidade de manter e <i>se organizar</i>.</p> <p>BQ1: capacidade de <i>se reproduzir</i> e de <i>catalizar</i> reações com eficiência.</p> <p>BQ2: um sistema <i>químico, auto-organizado</i>, dissipador de <i>energia</i>, capaz de <i>produzir</i> seus componentes, capaz de <i>armazenar informações</i>, pelas quais vai agir a <i>seleção natural</i>.</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras. Grifos das autoras para destacar conceitos inerentes aos núcleos de significação.

Ao observarmos o quadro que sintetiza as concepções dos treze professores pesquisadores, percebemos que a maioria dos discursos se aproxima por meio de uma corrente de pensamento denominada fisicalismo reducionista (EL-HANI, 2002). A referência do fisicalismo diz respeito ao que El-Hani (2002) e Smocovitis (1992) discutem sobre o paradigma moderno da biologia estar relacionado com a molecularização dos conhecimentos sobre o fenômeno da vida, em uma forma de um materialismo reducionista. Nesse tipo de

fisicalismo, para entendermos o fenômeno como um todo, passa a ser crucial o conhecimento de suas menores partes, ultraestruturas e seus níveis de complexidades, que explicam o porquê da vida se manifestar de modo particular em sua ampla biodiversidade.

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. Esses aspectos reducionistas, destacados no Quadro 09, se remetem ao metabolismo, material genético, biomoléculas e/ou eventos que são estudados à luz da perspectiva molecular.

De um modo geral, observamos a presença de núcleos de significação para a caracterização e definição dos seres vivos. Muitas vezes os discursos desses professores pesquisadores percorrem mais do que um núcleo em uma mesma enunciação. Os núcleos estabelecidos por meio dos significados imbuídos nos dizeres são identificados como: *a vida como um processo cíclico; a vida como organização celular; a vida como interação; a vida como um fenômeno seletivo; a vida como informação; a vida como metabolismo; a vida como fenômeno reprodutivo; a vida como fenômeno autopoietico cognitivo e a vida como uma essência.*

É válido ressaltar que, dentre esses núcleos de significação, oriundos das entrevistas com os treze professores pesquisadores do curso de Ciências Biológicas, alguns são compartilhados e discutidos à luz da epistemologia da biologia por diversos autores, destacando-se o trabalho Correa *et al.* (2008). Isso significa que os aspectos epistemológicos do conceito de vida estão presentes nos dizeres dos entrevistados, mesmo que seja de forma inconsciente por meio do interdiscurso. No trabalho desenvolvido por Correa *et al.* (2008), os autores destacam a presença de quatro categorias de concepções de vida, sendo elas: a vida como autopoiese; interpretação de signos; sistema autônomo com evolução aberta; e vida como seleção de replicadores. Como essas quatro categorias estão fundamentadas por filósofos da ciência e da biologia, tais como Maturana e Varela, Pierce, Peretó e Dawkins, respectivamente, em nossas análises parte dos núcleos de significação pode se aproximar dessas quatro categorias. No entanto, como é comum no discurso de um indivíduo se fazer presente mais de um núcleo de significados, salientamos que a construção desta análise percorre diversas idas e vindas às enunciações e reflexões epistemológicas.

Ao serem instigados a refletir sobre a possibilidade e a proposição de um pensamento conceitual, desencadeando uma caracterização e/ou definição de vida, foram recorrentes nos discursos dos profissionais as afirmações como “bastante complicado” (EC1), “eu acho muito difícil. Eu não sei definir o que é vida” (GN2/EV2), confirmando o pensamento de Emmeche e El-Hani (2000) ao considerarem que para muitos biólogos a questão “o que é vida” se constitui um problema de difícil resolução.

Essa dificuldade foi claramente expressada no início do discurso de EC1, ao dizer que: “definir vida é bastante complicado, eu acho que uma hora a gente consegue responder isso, mas eu como biólogo tenho dificuldade”. No entanto, não sabemos se essas expressões se devem por uma antecipação da entrevistadora no momento de formular a questão, de forma que possa ter contribuído para uma polifonia nos discursos dos professores pesquisadores (ORLANDI, 2001). Mas, na continuidade dos discursos, EC1, por exemplo, considerou que, como biólogo, deveria mesmo chegar a uma definição de vida.

“I: Bom professor, quando muitas pessoas são questionadas, inclusive até nós biólogos, consideram difícil definir o que é vida. Mas, por outro lado, tem autores que defendem que é possível chegar a uma definição de vida. Principalmente por nós biólogos. O que você me diz a respeito dessa possibilidade de definir a vida?”

EC1: Definir vida, eu acho bastante complicado. Acho que uma hora a gente consegue responder isso.”

Na tentativa de definir a vida, os professores pesquisadores buscaram utilizar as características e ou propriedades dos seres vivos, não trazendo em seus dizeres que “vida é ...”, “corresponde a ...”, como propriamente uma definição objetiva traz. Nesse sentido, ao mesmo tempo em que eles explanam uma definição de vida, eles também caracterizam os seres vivos. Para trazermos as discussões de como os seres vivos são caracterizados e definidos, apresentamos o primeiro núcleo de significação *a vida como um fenômeno cíclico*.

Ao serem instigados a caracterizar os seres vivos e, em seguida, definir vida, alguns professores elaboraram discursos que contemplam esse núcleo de significação, afirmando que os seres vivos são aqueles que crescem e se reproduzem (GN1/EV1), ou aquele ser que tem a capacidade de “nascer, crescer e se autoreproduzir” (EC2). A vida como um processo cíclico também está nos dizeres de GN3/EV3 e EC1:

GN3/EV3: Bom, deixa eu falar que ontem eu estava estudando com minha filha do segundo ano do ensino fundamental e tinha uma questão assim: as plantas são seres vivos? Por quê? E a resposta que a professora deu era que são seres vivos porque se reproduzem, crescem, se alimentam eu acho que não é muito diferente disso.

EC1: Então, a partir do momento que você crescer e se reproduzir, você está vivo. Essa é uma das formas que eu vejo a vida.

Além desses professores pesquisadores, os biólogos celulares também concebem o fenômeno vital por meio de um ciclo, mas de modo diferente de GN1/EV1 e EC2. Enquanto que para BC1 a vida é “comer, morar e reproduzir”, para BC2 a vida é o que se observa: “Estar respirando, se alimentando”. Nesse sentido, os discursos aqui destacados se referem ao que é viver, ao invés de chegarem a uma definição do que é a vida.

Esse movimento, que está imbuído nas etapas do ciclo vital, presente nos discursos desses professores pesquisadores, é frequentemente utilizado por livros didáticos e educadores no ensino básico ao fazerem a distinção entre o vivo e o não vivo. Como consequência, a caracterização da vida como um processo cíclico pode ser encontrada entre alunos de todos os níveis de ensino, desde as séries iniciais (COUTINHO, 2005; KAWASAKI; EL-HANI, 2002; FREITAS, 1989).

O segundo núcleo de significação, *a vida como organização celular*, inclui os discursos de professores dessa área de estudos, tais como BC1 e BC2, que entre outros, buscaram caracterizar os seres vivos mediante a sua unidade básica, ou seja, a célula:

BC1: Os seres vivos são aqueles que possuem estrutura celular, aqueles que têm a capacidade de metabolismo e dentro desse metabolismo, são aqueles que necessitam colocar energia no sistema biológico e que vão utilizar essa energia para criar e manter uma ordem molecular biológica

A organização celular é uma das propriedades dos seres vivos apontadas por livros até mesmo do ensino superior, instigando no seu estudo questionamentos, até mesmo dos estudantes, sobre os vírus serem ou não vivos. Novamente, ressaltamos que esses dizeres são a expressão dos elementos discursivos, uma vez que a disciplina que ambos lecionam é a Biologia Celular, na qual são estudadas as características dos seres vivos a partir da unidade básica e elementar: a

célula. Kawasaki e El-Hani (2002, p.3) destacam o reducionismo presente nesses livros ao trazerem para o estudante que “a vida será melhor compreendida quanto mais a investigação prosseguir no sentido de níveis cada vez mais microscópicos”. No entanto, essa abordagem reducionista perde de vista “a necessidade de conhecer não apenas os componentes moleculares e celulares dos organismos, mas também os princípios de organização através dos quais emergem, a partir de tais componentes, os sistemas vivos”.

Diferente desses discursos apresentados, no terceiro núcleo de significação – *a vida como um fenômeno seletivo* –, percebemos que o EC1 também concebe o fenômeno da vida como capacidade de evoluir, uma vez que ele leva em consideração os aspectos que caracteriza um ser vivo. Assim, EC1 define a vida “através desse sentido, usado pela parte evolutiva orgânica. [...] do princípio de que qualquer ser que consiga obter recursos para a sua sobrevivência e a partir desse recurso, sobreviver [...] eu posso considerar que esse organismo, potencialmente, tem vida”. O discurso de EC3 também deixa evidente que a reprodução sozinha, tal como EC2 esboçou por meio da autoprodução, não é suficiente para explicar a vida, pois para ele, além da reprodução, a propriedade de a vida passar por um processo de seleção, seja natural ou artificial, é o que a melhor define. Segundo o discurso de EC3:

“um conceito de vida... Eu não sei. Eu sei definir um organismo vivo. O que é a vida? Talvez a vida seja a capacidade de qualquer objeto se reproduzir e estar submetido às leis da evolução biológica, darwiniana, eu não sei definir a palavra, mas vida para mim é essa capacidade que o ser vivo tem.”

Quando EC3 afirma que sabe caracterizar um ser vivo, ele o faz da seguinte forma:

EC3: um organismo vivo é aquele que tem capacidade de reprodução e que seja selecionado pelo processo evolutivo. Então, pra mim, qualquer organismo que passa pelo processo seletivo, que esteja submetido às leis da evolução, da seleção natural, é um ser vivo. Aí você inclui os vírus e qualquer outro sistema (ser vivo), mesmo porque se você pensar no fogo, claro ele cria uma fagulha aqui e de repente o fogo se espalha, mas ele não está submetido ao processo seletivo. Então eu acho que isso para mim caracteriza um ser vivo, pois todos os seres vivos estão submetido às leis darwinianas. Mesmo os vírus são seres vivos, pois, a todo o momento surgem novos vírus, como os da gripe ou em hospitais (os “super vírus”). Como surgem? Pelo processo seletivo. É simples? É extremamente simples. Eles sofrem mutações, reproduzem-se e são submetidos ao processo de

seleção, seja natural ou artificial (como no caso dos hospitais). Para mim é isso.

O pensamento desse professor pesquisador pode se aproximar da seleção natural de replicadores, tal como Dawkins (1979) defende, ou até mesmo de um sistema autônomo com a evolução aberta (CORRÊA, *et al.* 2008). Quando EC3 caracteriza os seres vivos, ele ressalta que as bactérias e vírus podem ser selecionados artificialmente e, nesse caso, está levando em consideração o material genético como unidade de mutação para a evolução. Mas, quando ele afirma que “as leis da evolução biológica”, hoje sabemos que estas estão sendo constantemente refinadas, principalmente com a proposta da síntese estendida 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).

É importante lembrar que um pensamento na filosofia da biologia que explica o fenômeno da vida em uma perspectiva evolutiva é o sistema autônomo com evolução aberta, no qual o estabelecimento de novas relações e interações com o ambiente e adaptar-se às diversas situações é concebido como uma definição prototípica do fenômeno vital (PERETÓ, 2005; EMMECHE; EL-HANI, 2000).

Uma concepção de vida também voltada para questões evolutivas é a de BC2, no entanto, sua explanação é diferente dos demais professores pesquisadores, uma vez que, para ele, a evolução é a representação da passagem do tempo junto às mudanças sofridas pelo organismo, inclusive, ao nível de indivíduo, como explana BC2:

BC2: Vida é você olhar o aluno, ver ele crescendo como você, que chegou até o mestrado. Isso é um bom conceito de vida. O tempo passou? Não sei se o tempo passou, mas você evoluiu bastante. Isso é uma forma de mostrar a vida, você não parou no tempo. Quando eu vejo uma pessoa saindo de um tratamento e vejo-a revigorada, eu vejo que ela melhorou, ela conseguiu manter a sua vida. Então no seu dia a dia você vê a vida. Você vê as coisas se movimentando. Então vida é isso, é o dia a dia, você acorda e respira e se vê mutando. É importante você ter essa ideia e ver que a vida está em evolução. Isso pra mim seria a vida.

Nesse aspecto, para o professor biólogo celular a vida seria um processo de evolução. No entanto, as mudanças que esse professor sugere conforme seu discurso nos faz refletir até que ponto essas mudanças seriam de caráter evolutivo? Ou seja, a vida não evoluiu apenas porque ela muda. Como podemos perceber no dia a dia, em que mesmo perante tantas mudanças, poucas delas são consideradas características adquiridas pela hereditariedade. Além disso, a evolução não ocorre de forma individual, mas sim, coletiva (PERETÓ, 2005; MEYER; EL-HANI, 2005) – embora sejam comuns os discursos defendendo a ocorrência no âmbito das relações sociais.

Embora seja conhecido que para a vida evoluir são diferentes fatores que influenciam, o material genético é um deles. Para alguns professores pesquisadores, como GN3/EV3 e AV, seus discursos são reunidos no quarto núcleo de significação: *a vida é concebida como informação*, ou seja, por meio da presença de DNA.

Nesse núcleo temos o discurso de AV defendendo que o “conceito mínimo (de vida) é ter um DNA e RNA” e complementa: com a possibilidade de você ter uma transcrição, uma proteína – sendo esta a essência da vida para AV. Nesse sentido, essa enunciação se aproxima do determinismo genético de Dawkins (1979). Já a professora pesquisadora GN3/EV3, além de conceber a força vital, também define a “vida como organismos que têm identidade genética, uma identidade genética organizada no DNA”. É por meio dessa organização do material genético, das informações da vida, que grande parte das interações que a vida tem com o meio são estabelecidas.

Embora poucos professores tenham concebido *a vida como interação*, é importante salientarmos que este é o quinto núcleo de significação e todos os demais deveriam interseccioná-lo. O professor pesquisador BC2, por exemplo, além de conceber a vida como um ciclo vital e processo seletivo, explica como a vida estabelece suas interações com o meio:

BC2: Agora o ambiente está frio e você está usando agasalho porque você percebe o ambiente. É difícil de você dar uma definição de que a vida é isso. A vida é respirar, olhar, enxergar, fazer todos os movimentos.

Quando BC2 menciona a dificuldade de definir a vida apenas por meio da capacidade que ela tem de perceber o ambiente, ele busca exemplificar como os estímulos desencadeiam no indivíduo determinados movimentos em resposta, ou até mesmo, trocas com o meio em função dessa capacidade de percepção. BC2 ainda conclui seu dizer que a vida é esse movimento, ou

intercâmbio de ações e reações em função do ambiente. Essa concepção é um pouco diferente da explicitada por EC2, uma vez que ele caracteriza os seres vivos por meio da interação que a vida tem com o meio a partir das relações que ela estabelece com as outras formas de vida:

EC2: A caracterização clássica é a mais óbvia, mas eu diria que além de nascer, crescer e se autorreproduzir, tem uma que desempenha um papel dentro da população e dentro da comunidade em que ele vive.

- ao explicar sobre o “papel”:

EC2: que interfere com os outros organismos e com o meio, a vida sempre tem alguma interferência com outras, você tem uma dinâmica que interfere com outras vidas e com o meio em que ela está. Ausência de vida é ao contrário”.

Percebemos nos enunciados de EC2 a presença de uma formação imaginária bem marcada por conceitos particulares da ecologia como a própria reprodução para o controle da população e a interação, seja intra ou interespecífica. Um pensamento voltado para a explicação dos fenômenos vitais por meio das interações da biosfera com os agentes físico-químicos é a hipótese Gaia de Lovelock (1988) como mencionado no capítulo 1.

No entanto, consideramos que para a vida ser concebida como interação esta deve ter a capacidade de perceber o ambiente para, nesse sentido, interagir com outras formas de vida (ou não) para a obtenção de recursos (sejam eles bióticos ou abióticos), tal como FV explica. Com isso se instauram as interações que a vida tem que estabelecer com o meio para que ela possa acontecer. Relembramos que para Lovelock (1988), Margulis e Sagan (2002), a vida funciona como um sistema de retroalimentação, que precisa dos elementos contidos no meio para poder manter sua demanda energética e o seu equilíbrio, reforçando o papel do ambiente e de outros seres vivos nessa interação, pois “os seres orgânicos e o meio ambiente acham-se entrelaçados” (MARGULIS & SAGAN, 2002, p.33).

Esse entrelaçamento entre os fatores abiótico e os bióticos é importante para aqueles que também concebem *a vida como metabolismo* – sexto núcleo de significação. Essa concepção foi frequente entre os professores pesquisadores que possuem relação direta com a biologia molecular. Como no caso da professora pesquisadora GN2/EV2, que afirma saber reconhecer uma célula como um ser vivo “porque ela tem um metabolismo”. Parte desse enunciado se deve à peculiaridade dos elementos da análise discursiva, uma vez que a formação imaginária permite ao indivíduo trazer em seu discurso elementos respectivos da área de formação e atuação. Nesse

sentido, para o fisiologista vegetal que trabalhou com o metabolismo de batata, concebe os seres vivos e a vida como “capacidade de percepção, metabolização e uma capacidade de resposta a um dado ambiente.” Entretanto, para esse professor pesquisador, a interação também é uma concepção do que é a vida, porém, associada à metabolização. Logo, o discurso de FV percorre tanto a este núcleo de significação quanto o núcleo anterior.

Com um pensamento diferente do fisiologista vegetal, a professora pesquisadora SV define a vida como uma “química que funciona”. Essa química é explicada por SV como sendo o metabolismo “que gera a vida”, ou seja, o metabolismo é que permite a química da vida funcionar. De modo semelhante, o discurso de BQ1 define a vida por meio das reações de catálise, pois para ele a vida precisa “catalisar reações com eficiência (...) porque as reações químicas elas ocorrem rapidamente se elas forem aceleradas, por exemplo, a sacarose você pode comprar lá no mercado e deixar em casa anos e anos, e você não vai ver a conversão em CO₂ e água, embora seja um processo espontâneo. Mas, se você tomar um cafezinho adoçado, converte a sacarose em água em segundos”. Então, enquanto “essa catálise é inerente aos seres vivos” para BQ1, para o biologista celular BC1 vida é a capacidade de se alimentar de matéria orgânica energizada, sendo a vida “um fenômeno físico e químico” que “responde aos fenômenos físicos e químicos”.

Embora na literatura muitos epistemólogos considerem que as concepções de metabolismo estão imbuídas na teoria autopoietica, neste núcleo de significação não atribuímos relação com o trabalho desenvolvido por Maturana e Varela (1998), uma vez que esses professores, ao se referirem ao metabolismo, não apresentam conceitos que remetem a uma máquina autopoietica com as suas relações complexas de ordem, especificação e constituição. A teoria é um tanto complexa para ser resumida apenas pela característica metabólica.

O sétimo núcleo de significação diz respeito à *vida como fenômeno reprodutivo*. A reprodução foi recorrente nos discursos de vários professores, mas principalmente em evidência no discurso de EC2 e BQ1, ao revelar indícios de uma propriedade que o organismo tem de se “autoproduzir” e “autoduplicar”, respectivamente. Em relação a essa propriedade, nos questionamos até que ponto EC2 e BQ1 se aproximam do pensamento de Maturana e Varela (1998), com a máquina autopoietica. Novamente, o conceito de reprodução ou autoduplicação em si são pobres para inferir que esses professores pesquisadores se aproximam da autopoiese ao

caracterizar e conceber a vida. Todavia, BQ1 ainda reforça que a autoduplicação é diferente da que ocorre nos cristais, reforçando que “embora se saiba que alguns cristais aumentam, que crescem organizadamente, mas, apesar de parecer que se autoduplicam, eles não catalisam reações eficientemente”, ou seja, para BQ1 prevalece a capacidade de catalisar as reações do metabolismo como traço essencial da concepção de vida.

No entanto, nos discursos dos demais professores que também concebem a vida como um fenômeno reprodutivo, percebemos a atribuição dessa capacidade como definição de vida associada também às etapas do ciclo vital, como no caso de GN1/EV1, ao conceber que a vida “tem que ter crescimento e tem que se reproduzir”, e GN3/EV3 ao afirmar que a vida “tem que ter a capacidade de se reproduzir para que esta seja mantida ao longo do tempo e das gerações. Esse é o princípio da vida.”

Por outro lado, a pesquisadora SV, além de definir a vida como um conjunto de “compostos químicos que reagem e conseguem se reproduzir”, ainda afirma ser o material genético o responsável pela capacidade “de se reproduzir e comandar todas as outras atividades dessa química.” – salientando certo determinismo genético, próximo à máquina de sobrevivência de Dawkins (1979).

Uma concepção singular deste bloco analítico é o que gerou o oitavo núcleo de significação, a *vida como fenômeno autopoietico cognitivo*. Como o bioquímico BQ2 atua em uma pesquisa independente sobre a origem da vida, percebemos logo no início de sua fala o entusiasmo para caracterizar e definir o que é a vida:

BQ2: Para mim, vai ser um pouco mais fácil porque eu sempre quis saber a origem da vida e, o que é vida. Basicamente tem duas teorias muito importantes para a gente entender o que é um ser vivo.

Parte desse entusiasmo se deve ao fato de que a questão da entrevista é recorrente em seus estudos sobre a origem da vida – isso pode ser observado quando ele começa o discurso falando sobre a origem da vida e não sobre a caracterização dos seres vivos. Provavelmente, as questões sobre a origem da vida e o que é a vida, para o professor, não se dissociam da questão da caracterização dos seres vivos. Por isso, BQ2 afirma que “com certeza dá para definir o que é vida”, no entanto, reconhece que existem lacunas que podem ser sanadas mediante a

experimentação. Como esse bioquímico é defensor da teoria autopoietica de Maturana e Varella (1998), para ele, o que falta para os biólogos definirem a vida é:

BQ2: O que falta é a gente superar as lacunas de conhecimento experimental. Como dizia Bacon lá atrás, não adianta eu dizer para você que vida é um sistema autopoietico capaz de conservar a informação. Para eu fazer isso, eu tenho que fazer um sistema autopoietico e demonstrar que isso leva a formação de sistemas de complexidade ilimitada. Esse é o princípio mais importante do que é o ser vivo.

Essas lacunas mencionadas em seu discurso são propostas pelo experimento desenvolvido por Luisi (2006), no qual o químico teve a iniciativa de criar um sistema autopoietico com o uso de ácidos graxos surfactantes. No entanto, como Luisi não conseguiu criar algo além de um sistema organizado de micelas – o qual não é caracterizado como um ser vivo, porque ele não tem a capacidade de armazenar uma informação e passar pelo processo evolutivo (LUISE, 2006) –, BQ2 tenta em sua linha de pesquisa sobre a origem da vida criar um sistema autopoietico cognitivo. Nesse caso, a cognição para BQ2 não está relacionada com 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. Vale ressaltar que essa visão de que para a teoria da autopoiese cognitiva ser aceita precisa de algo concreto, um experimento palpável e que comprove a teoria, reflete na valoração da experimentação para a ciência.

Nesse aspecto, está explícito que a autopoiese é como BQ2 caracteriza os seres vivos – sistemas que produzem uma cópia de si mesmo –, diferentemente de FV e EC2 que não fizeram referência a essa forma de pensar, uma vez que a autoprodução não é suficiente para inferir o conjunto de significados que se fazem presentes no discurso de BQ2. Esses significados foram oriundos da própria referência que BQ2 faz em sua fala ao se apoderar dos conhecimentos da autopoiese. Isso é evidenciado em seu discurso com um exemplo da “máquina autopoietica” de Maturana e Varella (1998) para a caracterização dos seres vivos:

BQ2: Se eu pegar lá, por exemplo, um motor que puxa o ar e bombeia ar para frente ou o contrário, esse sistema ele foi feito para produzir ar. Não é para produzir bombas. Uma copiadora é uma máquina que pega uma imagem e faz uma cópia dessa imagem. Ela não produz outra copiadora. Os seres vivos são sistemas que produzem uma cópia de si mesmo. Na visão da autopoiese não é só uma cópia de si mesmo. A cada momento o

ser vivo está produzindo si mesmo. O metabolismo, que é você pegar um alimento, se você pegar uma colher de açúcar e comer, ou a sacarose, você transforma essa sacarose em proteínas, ou lipídios, ou seja, você transforma ele em coisas que são o seu próprio organismo. Então, a teoria da autopoiese é muito importante para isso. O que é um ser vivo? É um sistema químico capaz de converter substâncias do ambiente em componentes dele mesmo. Fazendo ou não uma cópia dele.

Quando o professor pesquisador BQ2 menciona a entrada do açúcar na máquina, vale relembrar o esquema da figura 3 (na página 39 do capítulo 1). De acordo com o pensamento de Maturana e Varela (1998), para o açúcar entrar na máquina autopoietica, antes ele precisa estabelecer uma relação de constituição, isso é, ser reconhecido pela máquina como um potencial substrato. Feito isso, esse açúcar passará pelas relações de ordem que são regulamentadas pelo metabolismo da célula, ou seja, pelas ações de enzimas que transformarão o açúcar para ser um novo constituinte da célula. Quem controla a produção de enzimas que operam nesse metabolismo é o DNA, logo, este também assume relações de ordem dentro da máquina autopoietica. Uma vez que o açúcar dentro da máquina é transformado, ele passará a fazer parte de uma dada estrutura por meio das relações de especificidade, que são as relações que ditarão para onde esse substrato irá fazer parte – se irá compor a membrana celular, parede celular ou outra estrutura.

Embora sua caracterização dos seres vivos esteja associada à formação discursiva, pode-se dizer que sua enunciação foi singular quando comparada aos demais professores pesquisadores e, ainda, ela se enquadra no que entendemos por definição prototípica, uma vez que BQ2 usa os conceitos de autopoiese (metabolismo) e cognição (armazenar informação/evoluir) para definir a vida – os quais não são universais, porém, são satisfatórios –, como pode ser visto na sequência da entrevista com a questão sobre os vírus.

O importante a ser salientado no discurso de BQ2 é a sua caracterização por meio de um esquema conceitual, diferente das listas de propriedades elencadas anteriormente pelos demais professores pesquisadores. Uma vez que BQ2 caracteriza os seres vivos como uma máquina autopoietica cognitiva, ele não lista, tampouco enumera propriedades. Eis duas palavras na ciência biologia que remetem a uma forma de pensar o fenômeno da vida: autopoiese e cognição.

Todavia, ao ser questionado como definiria a vida em suas pesquisas ou aulas, BQ2 afirma que a vida “é um sistema químico, auto-organizado, dissipador de gradiente de energia

química, que é capaz de produzir seus próprios componentes e ao longo das gerações ele é capaz de armazenar informações, por meio da qual vai agir a seleção natural”. Nessa enunciação, diversos conceitos relacionados à bioquímica estão presentes: energia química; dissipador; sistema químico; e armazenar informações. Ao desmembrar essa frase por meio dessas palavras-chave, percebemos que o discurso do professor pesquisador ainda se aproxima de uma lista ou enumeração de características quando requisitado a uma definição. Mas, ao considerarmos que a nossa intenção é extrair os significados dos discursos para analisarmos a influência das respectivas áreas de formação e atuação, podemos concluir com esses conceitos a ocorrência da formação imaginária e discursiva.

Ao observarmos o quadro de síntese, percebemos que dentre as palavras-chaves da concepção de vida por BQ2, não há a autopoiese, como citada na caracterização do ser vivo. Porém, ao decifrar os conceitos envolvidos nas palavras-chaves e somá-las, teremos a representação da figura 3 do capítulo 1 sobre a máquina autopoietica com as suas relações.

Enquanto para BQ2 a essência da máquina, ou seja, da vida, seriam as relações de ordem, constituição e especificação, para outros como GN1/EV1 e GN2/EV2, a essência da vida é uma “força”, sendo os discursos desses geneticistas alocados no nono núcleo de significação: *a vida como uma essência*.

Como nesse momento da entrevista conseguimos extrair das falas dos professores pesquisadores as principais correntes de pensamento que, inclusive, nos auxiliam na melhor compreensão da caracterização dos seres vivos realizada por eles, percebemos a definição de vida em atribuição a um princípio, ou força.

Esses geneticistas, anteriormente interpretados como deterministas genéticos por conceberem *a vida como informação* no contexto da caracterização dos seres vivos, agora, ao definirem a vida, eles deixam mais evidente o pensamento animista ou vitalista:

GN1/EV1: Mas o que faz tudo isso acontecer? É o que eu chamo de *fluidos vital*. Que dá a vida à estrutura molecular. Tanto que, quando isso não existe, a estrutura celular morre. Vou fazer uma comparação, você tem um automóvel, com motor e todas as peças... Mas o que faz ele funcionar é o combustível. Se você não tiver o combustível ele não funciona. Esse combustível seria o fluído vital.

GN2/EV2: É bem complexo. A vida, para o meu conceito, ela é mais do que você ter uma sequência DNA, até porque você

consegue fazer uma sequência de DNA no laboratório. Uma maquinaria química?... Mas você tem que imaginar que é algo além de você ter todas as condições fisiológicas, químicas... ela é *uma coisa a mais*. Você tem alguma coisa a mais além da química, que daí é que origina essa vida. E cada um explica do jeito que achar melhor. Eu tenho lá, vamos supor, um organismo multicelular, como eu te falei agora pouco, fecundou e o que fez aquilo ter vida? E tem alguma coisa a mais aí é que vai fazer originar essa vida? Eu acredito que *tenha alguma coisa a mais que vai dar a vida para aquele organismo*, porque você simplesmente, eu, por exemplo, não acredito ser apenas um amontoado de 3 trilhões de células.

I: E o que seria essa coisa a mais?

GN2/EV2: Sei lá, alguns chamam de alma, outro de espíritos, a essência da vida, o sopro da vida que faz você tá aqui pensante, vivendo, com um certo tipo de raciocínio. Não é possível que você tenha tantos organismos e que eles sejam apenas um montante fisiológico, eu acho que temos alguma coisa a mais.

GN3/EV3: É complexo. Mas ela passa por esse caminho aí... Eu acho que ela tem que ter um material vital, tem que ter o DNA e a célula. Esse é o princípio da vida.

O termo fluído vital, alma e/ou material vital, ambas as denominações, remetem ao que Jacob (1983, p.46) descreve como “uma qualidade particular da matéria que constitui os seres vivos, um princípio que se difunde em todo o corpo”, tornando-os diferentes, especiais, animados dentre o mundo das coisas inanimadas. Para esses professores, está esclarecido que sem essa essência, as moléculas não se arranjarão para formar biomoléculas complexas como, por exemplo, o DNA. Ou seja, a evolução química, a panspermia, a presença de DNA para a caracterização dos seres vivos, só são possíveis perante essa força vital. Nesse aspecto, até que ponto se estende o determinismo genético? O próprio Dawkins (1979) defende o DNA como sendo a essência da vida ou, uma maquinaria de sobrevivência, uma vez que essa molécula é capaz de armazenar informações, mutar e replicar-se (além de ser capaz de controlar um metabolismo para esse propósito). Para Dawkins (1979), não há espaço para uma força vital, ou alguma entidade metafísica que explique o que é a vida e a sua origem. Logo, em contrapartida, por meio desses pensamentos podemos interpretar que as definições para a vida desses geneticistas se aproximam de um pensamento animista, se distanciando de um determinismo genético e diferentemente dos demais professores pesquisadores que não manifestaram um

princípio ou força, mas conceberam a vida como um processo, seja ele o clico vital ou até mesmo a seleção natural.

Ao final deste bloco analítico, percebemos que os núcleos de significação atenderam à hipótese inicial deste estudo, ou seja, que a área de formação e atuação desses profissionais forneceria elementos que permitissem esboçar uma construção conceitual do que é a vida. Em cada discurso analisado neste bloco, percebe-se a continuidade de uma formação discursiva que começou com as primeiras questões da entrevista, referentes ao perfil dos sujeitos, e que se estendeu, principalmente, nas questões que concerne o fenômeno da vida como a caracterização dos seres vivos, a origem da vida e o que é a vida. É válido ressaltar que dentro desses núcleos de significação, as ocorrências do interdiscurso e da memória também se fizeram presentes, uma vez que todo sujeito tem seu discurso como fruto de sua formação pessoal, de seu contexto histórico e de aspectos sociológicos (ORLANDI, 2001). A pluralidade de significações para a vida perante os discursos desses profissionais remete aos diferentes contextos que cada professor pesquisador viveu em sua formação acadêmica, sendo pertinente salientar que as definições desses ora se aproximaram das classificadas como prototípicas, e ora conjuntistas quando estas permitiram chegar a uma definição objetiva, organizada, mesmo que multifacetada.

E os vírus? Como são caracterizados: vivos ou não vivos?

No momento da caracterização dos seres vivos, percebemos que foi recorrente a enumeração de propriedades essenciais para estabelecer o que é um ser vivo e o que não é ser vivo. No entanto, uma questão que proporcionou discussões e contradições durante os dizeres foi a classificação dos vírus. Dentre os discursos, estão presentes três classificações para os vírus: a) não são seres vivos; b) são seres limítrofes; e c) são seres vivos.

Nos discursos que não concebem os vírus como seres vivos, torna-se frequente o pensamento de que “ele seria um não vivo porque sozinho não se basta” (GN2/EV2), ou “porque eles não têm essa capacidade autônoma de reprodução.” (GN3/EV3). O discurso de BQ1, por exemplo, afirma que os vírus não entram em sua classificação de seres vivos porque:

BQ1: Os vírus, eles nem são considerados seres vivos, mas eles conseguem catalisar reações químicas e se reproduzir desde que estejam dentro de outras células, até mesmo porque eles usam a maquinaria enzimática de outros seres. Mas eles estão fora, eles próprios não são seres vivos porque eles não se autoduplicam e

nem catalisam reações químicas eficientemente sozinhos. Eles não entram na minha classificação como seres vivos.

Vale ressaltar que o discurso do professor pesquisador BQ1 revelou um pensamento típico de conceitos bioquímicos, como a aceleração de reações (catalização). Essa aceleração é realizada por meio da ação de enzimas, que são biomoléculas atuantes no metabolismo com função de construir um substrato ou degradar um substrato. Para ele, não seria possível existir vida sem as enzimas, como citado no caso dos vírus, porque elas são as responsáveis pela redução no tempo e no gasto energético das reações, ou seja, são estruturas facilitadoras das reações químicas que ocorrem no metabolismo. Nesse caso, os vírus não são seres vivos para BQ1 porque não têm enzimas e, conseqüentemente, não têm um metabolismo completo e independente. Essa caracterização de BQ1 foi um tanto distinta da de BQ2 que, além de suscitar conceitos bioquímicos, também trouxe aspectos epistemológicos da biologia, como a autopoiese de Maturana e Varela (1998):

BQ2: Os vírus, eu classificaria eles como não vivos, porque, dentro da teoria da autopoiese, vida é metabolismo. Então, quando falamos que vida é autopoiese, é metabolismo, transformações em que o ser está transformando algo nele mesmo. E os vírus não. Eles são um amontoado de moléculas, mas, eles não têm metabolismo, eles não se alimentam, eles não produzem nada, exceto quando eles estão dentro de uma célula. E se você olhar para a teoria da Lynn Margulis, você vai ver que os vírus em geral estão relacionados com o organismo ao qual eles infectam. Eu tinha colegas que costumavam pensar que falavam que os vírus seriam os primeiro organismos, por serem mais simples. Mas, não. Porque o vírus é apenas um pedaço de DNA ou RNA que interage com o seu sistema celular de uma forma muito específica. O vírus do mosaico do tabaco não afeta os seres humanos. Então, seria melhor pensar nos vírus como um produto que acaba sendo patogênico, do próprio organismo. É algum fenômeno que provavelmente conhecemos pouco, que se torna uma unidade independente da célula, que pode se propagar independentemente, mas que está relacionado apenas com aquela célula, com aquele tipo de célula. Então, na minha opinião, o vírus não é um ser vivo, ele é apenas um resíduo de informação genética que pode ser patogênico e influenciar os seres vivos quando está dentro do organismo vivo. Mas, se você pensar nisso, o ácido ferúlico que afeta o crescimento das outras plantas, ele faz isso. E você não vai chamar ele de ser vivo. Ele tem um contexto para fazer efeito. Assim como os vírus.

O discurso de BQ2 utiliza a memória discursiva e referencia seu dizer do porque não colocar os vírus na mesma caracterização de seres vivos. Além da ausência de metabolismo, BQ2 chama a atenção para a “Teoria da Endossimbiose de Lynn Margulis”. Esse professor pesquisador recorre aos discursos da autora para explicar que a vida não poderia ter se originado com os vírus, apesar de serem simples, pois os vírus com suas relações de especificidades são parasitas de células específicas. Logo, os vírus só poderiam ter sido derivados dessas células das quais possuem especificidade. Assim, a simbiose explica a forte relação que os seres vivos têm uns com os outros para se manterem vivos (MARGULIS; SAGAN, 2002), tanto que na endossimbiose ocorre um englobamento de uma célula por outra célula, cuja sobrevivência passou a ser obrigatória por meio da relação que esses organismos distintos passaram a estabelecer. Com os vírus, teria sido o contrário da endossimbiose, uma cadeia de ácido nucléico teria se despreendido do “corpo celular” e, por isso, é inativo fora do contexto da célula, mas, ao infectá-la, toma para si o metabolismo dessa célula para desempenhar seu processo replicador – sendo, dessa forma, caracterizado como uma forma patológica de vida (EMMECHE; EL-HANI, 2000). Com isso, os vírus não são seres vivos para BQ2, assim como o ácido ferúlico – que é um composto orgânico sintetizado pelas folhas e sementes de plantas como o arroz, o trigo, a aveia, entre outros (CAMPBELL; FARRELL, 2008) – também não. Todavia, consideramos que esse ácido não se comporta tal qual um material genético.

Os vírus, segundo o esquema de Maturana e Varella (1998), teriam apenas as relações de ordem fora do contexto celular. Por isso é que quando um vírus é assimilado por uma célula, as suas relações de ordem prevalecem sobre as da célula e, então, ele consegue estabelecer as relações constitutivas (retirar do meio aquilo que precisa ser transformado em algo útil para a máquina autopoietica) e as relações específicas (dar o direcionamento do substrato formado nas relações constitutivas).

Todavia, o professor GN1/EV1 concebe os vírus como seres limítrofes, ou seja:

GN1/EV1: Os vírus [...] estão entre o ser vivo e o ser inorgânico. (...) Então, os vírus são os intermediários, e além deles, tem os príons, como no caso da vaca louca... É uma proteína! E proteína é um ser vivo? Não, mas ela causa problemas biológicos.

Essa caracterização dos vírus é frequentemente discutida e também observada nos livros didáticos (KAWASAKI; EL-HANI, 2002). No entanto, vale ressaltar que epistemólogos, como

Emmeche e El-Hani (2000, p.38), discutem sobre o problema dos seres “limítrofes” e concluem que “os vírus pressupõem (no sentido funcional e evolutivo) a existência de células vivas e, desse modo, são melhor concebidos como uma forma patológica de vida, uma espécie de última palavra em parasitismo”. Nesse sentido, também observamos discursos que concebem os vírus como seres vivos como aponta EC2:

EC2: Eu colocaria quase no mesmo patamar (que os seres vivos). Morfologicamente, ele não tem muita coisa, falta muito para os vírus. Mas eles têm características básicas de um ser vivo. Também reproduz, também cresce, nem tanto, mas cresce, porque quando eles se reproduzem aumenta a população e eles interagem com os outros seres.

Percebemos nos enunciados de EC2 a presença de uma formação imaginária bem marcada por conceitos particulares da ecologia como a própria reprodução para o controle da população e a interação, seja intra ou interespecífica. Um pensamento voltado para a explicação dos fenômenos vitais, por meio das interações da biosfera com os agentes físico-químicos, é a hipótese Gaia de Lovelock (1988) como mencionado no capítulo 1. Além de EC2, o anatomista vegetal também concebe os vírus como seres vivos, porém, diante do paradigma molecular, pois ele afirma que “hoje é bem complexo, você tem um ser vivo que é praticamente DNA e proteína, que pode ser considerado como ser vivo” (AV).

Se analisarmos que os vírus também são feitos de DNA e proteínas, ou RNA e proteínas, tecnicamente os vírus se enquadrariam como seres vivos perante a caracterização determinista de AV e, também de Dawkins (1979, p.22), ao dizer que os vírus são uma “máquina de sobrevivência”, tal como uma bactéria ou um elefante. Nesse sentido, para a geneticista e evolucionista GN3/EV3, embora tenha considerado os vírus como não vivos, ela admite que perante as particularidades do material genético “não acharia estranho em considerarem ele como um ser vivo”.

Com esses discursos, podemos perceber que para classificar os vírus, tal como foi feito, primeiramente o professor pesquisador tem que ter estabelecido para si o que é um ser vivo. Com isso, ao indagarmos como esses profissionais caracterizariam os seres vivos já podemos extrair os elementos que são encontrados nas próprias definições atribuídas por eles sobre “o que é a vida”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste estudo possibilitou a análise dos discursos de treze professores pesquisadores das Ciências Biológicas, dos quais foram extraídos os significados que revelaram as implicações dos conhecimentos oriundos das respectivas áreas de atuação para a formação de novos professores e pesquisadores da biologia. Isso se comprova com a afirmação dos discursos sobre o intercâmbio entre os conhecimentos produzidos na prática de pesquisa e na prática docente. Logo, as concepções que os professores construíram por meio de suas formações imaginárias e discursivas sobre o que é a vida podem refletir na maneira como lecionam os conteúdos que envolvem direta ou indiretamente a temática. No entanto, para afirmar essa possibilidade seria necessário averiguar como os professores lidam com o currículo do curso de Ciências Biológicas, analisando se este permite a relação entre os conhecimentos gerados na pesquisa e os conhecimentos ofertados pelas disciplinas e, até que ponto, esses professores pesquisadores abordam questões-problema para refletir sobre a natureza da ciência biologia e seu objeto de estudo – a vida.

Perante os treze discursos, tornou-se evidente que os professores e pesquisadores da ecologia, da bioquímica, da genética, da evolução, da biologia celular e da botânica se aproximam dos pensamentos de Laudan (1986) e de Jacob (1983), ao conceberem que a biologia, assim como toda ciência, tem progredido ao buscar resoluções para os problemas que são colocados. Ao se referirem aos problemas que possibilitaram a biologia se consolidar como a ciência que estuda a vida, destacaram aquelas relacionadas à origem da vida, à genética, à evolução e ao desenvolvimento da biologia molecular. Questões-problema relacionadas à área de atuação desses professores também fizeram parte do discurso de alguns deles, como “o uso dos recursos hídricos”, “a quantidade de espécies a serem descobertas em uma dada região do rio”, citadas por ecologistas, “porque dentro de uma população o mecanismo de resistência a inseticidas está presente em alguns membros e outros não”; “porque algumas espécies são extintas e outras não” (geneticistas e evolucionistas). Algo compreensível, perante a análise de discurso descrita por Orlandi, uma vez que o sujeito na construção do seu dizer, primeiramente, estabelece uma formação imaginária, isso é, orienta seu discurso perante a sua posição na sociedade. Logo, como se tratavam de discursos de ecólogos, geneticistas, evolucionistas,

botânicos, biólogos celulares e bioquímicos, dentre os problemas pertinentes à biologia estavam àqueles relacionados às áreas de atuação.

Com este levantamento sobre os principais problemas inerentes à biologia para esses profissionais, o objetivo foi identificar nesses discursos algo relacionado à conceituação e à definição de vida, sendo a pergunta “o que é vida” o eixo central dos estudos promovidos pela biologia. No entanto, mesmo com as questões anteriores sobre a biologia como ciência, o problema referente ao que é a vida foi presente de forma sutil em alguns discursos e mais explícitos em outros (como no caso de FV, GN2/EV2 e BQ2). Isso pode ser um reflexo do nível de especialidade do professor pesquisador, ao passo em que quanto maior for este nível, mais específicos se tornam os problemas que concernem à vida. Todavia, ao discursarem sobre a biologia, seus principais problemas, características sobre os seres vivos e o que é a vida, muitos professores retomaram episódios históricos, mostrando como a história da ciência é importante para a biologia no que se refere ao entendimento dos contextos da produção do conhecimento.

A ocorrência sutil de questões sobre “o que é a vida” por parte dos professores pesquisadores nos permite inferir, dentre duas possibilidades, que a vida é algo tão pertinente ao estudo da biologia e de suas respectivas áreas de atuação que esta se revela um epifenômeno – eles sabem o que é a vida e não a encaram como um problema, pois esta questão não é o cerne de seus estudos, ou, o nível de abstração sobre as reflexões necessárias para respondê-la não faz parte do contexto de seus estudos, tanto na academia, quanto na pesquisa, e por isso, não foi apresentada a consolidação de uma formação discursiva, ou discurso próprio de forma explícita sobre o que é a vida.

Dessa forma, nos fragmentos de discursos sobre os problemas da biologia, poucos entrevistados consideraram “o que é a vida”, possivelmente, devido à perda do interesse em elaborar esse conceito nas áreas da biologia nos dias atuais, tal como Emmeche e El-Hani (2000) destacam. A maioria dos professores pesquisadores, ao responder a questão, limitou-se à listagem de propriedades dos seres que são vivos em vez de elaborar um conceito abrangente, elegante, específico e universal, ou uma definição conjuntista da vida em vez de uma prototípica. Ainda consideramos que grande parte dessa dificuldade está, também, relacionada com a simplicidade da pergunta “o que é vida”, pois, ao mesmo tempo em que ela parece óbvia,

indecisões e a ausência da clareza e objetividade da linguagem científica são percebidas no início das transcrições dos referidos discursos.

Apesar dessas dificuldades iniciais, com a enumeração das propriedades dos seres vivos e do que é a vida, foram identificados nove núcleos de significação nos discursos desses profissionais, estando presente a concepção prototípica de vida como *um processo cíclico* (nascer, crescer, reproduzir e morrer); *organizações celulares* (centrado nas organização celular); *interação* (orientado pela capacidade de trocar substâncias com o meio e também interagir com outras formas de vida); *um fenômeno seletivo* (sendo a vida um fenômeno passível de evolução); *informação* (centrada no material genético e suas expressões); *metabolismo* (capacidade de realizar reações de síntese e degradação); *fenômeno reprodutivo* (que é capaz de se autoconstruir e produzir quantidades de si mesmo); *fenômeno autopoiético cognitivo* (que além de conseguir constituir partes de si mesmo, é susceptível ao processo evolutivo) e *a vida como uma essência* (presença de uma força que permite a organização da vida acontecer). Embora esses núcleos possam satisfazer a concepção de vida, eles estão mais próximos da caracterização dos seres vivos, como pode ser evidenciado recorrentemente nos discursos dos professores pesquisadores.

Em suma, admitimos que a construção desses núcleos de significação além de revelarem as manifestações da vida, também assumem um caráter próximo das definições prototípicas de vida, por meio dos significados oriundos das respectivas interpretações dos discursos desses profissionais.

Todavia, por meio dos significados que compreenderam os núcleos mencionados, podemos demonstrar a presença de distintas formas de pensamento sobre a vida nos dizeres desses professores pesquisadores. Essas formas de pensar revelam que as definições prototípicas por eles apresentadas se complementam, sendo capazes de trazer à tona as múltiplas faces do conceito de vida ao revelar a existência de um pensamento polissêmico dentro da biologia. Assim, este ensaio demonstrou que, após um exercício reflexivo, cada pesquisador tem potencial para sintetizar uma definição de vida, principalmente, empregando conhecimentos de sua área de atuação, uma vez que a formação imaginária contribui para a produção de relação de forças e sentidos do discurso. Mas, tornou-se evidente em algumas das explanações que a base epistêmica

que fundamentou o dizer sobre “o que é vida”, mesmo que de forma implícita para o entrevistado, deveu-se ao interdiscurso e à memória.

Ainda que as concepções de vida sejam oriundas de outros discursos, são essas explicações que contribuem com o processo de formação de professores e pesquisadores, uma vez que todos os biólogos estudam a vida e a ocorrência desses diálogos durante as respectivas disciplinas dos professores só tende a contribuir para o entendimento de conceitos polissêmicos sobre a vida.

Possivelmente, com a continuidade das análises por aqueles que se interessarem por essa perspectiva, abrangendo pesquisadores das demais áreas das ciências biológicas, diferentes formas de pensamento poderão ser encontrados para as concepções de vida, haja vista que o conceito é polissêmico. Para instigar e obter elaborações conceituais, é válido considerar o discurso de ECI, ao mencionar que para obter respostas coerentes “nós precisamos encontrar a melhor forma de abordar as perguntas”, nesse sentido, o pesquisador deve se atentar às perguntas que melhor fundamentam a pesquisa para continuar o tratamento dos dados, sem perder de vista os significados oriundos do dito e do não dito.

Nesta perspectiva, podem tornar-se promissoras as pesquisas voltadas para a investigação de como as formações discursivas construídas em salas de aula, das diferentes disciplinas das Ciências Biológicas, podem por meio de perguntas elaboradas pelos docentes instigar reflexões e formas de pensamento sobre a vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

- 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.
- 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.
- 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.
- _____. 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.
- _____. Definindo vida. Em: EL-HANI, C. & EMMECHE, Claus. Defining life as a semiotic phenomenon. **Cybernetics & Human Knowing**, 1998.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário da língua portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Positivo, 2010.
- FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2º ed., 2004.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- LOVELOCK, J. E. A Terra como um organismo vivo, in: WILSON, E.O. (org). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.
- 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.
- 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: Papyrus, 2010.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Aristóteles e a geração espontânea. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, 2 (2), p. 213-237, 1990.
- _____. A história da ciência e o ensino de biologia. **Ciência & Ensino**, n. 5, Dez, 1998.
- 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 Universitária, 5ed, 1998.
- MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única**. São Paulo: Editora Schwarcz Ltda, 2005.
- _____. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2008.
- _____. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Editora Universidade de Brasília: Brasília, 1998.

- 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.
- ORLANDI, Eni Pucinelli. **As formas do silêncio: no movimento dos sentidos**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1997.
- _____. **A linguagem e seu funcionamento – as formas do discurso**. 4º ed. São Paulo: Pontes, 1999.
- _____. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. Campinas: Editora Pontes, 2001.
- PÊCHEUX, Michel. **O discurso. Estrutura ou acontecimento**. Tradução de Eni Pulcinelli Orlandi. Campinas: Pontes, 1990.
- _____. **Semântica e discurso: uma crítica à afirmação do óbvio**. Campinas: Editora da Unicamp, 1975.
- PEIRCE, Charles Sander. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 1995.
- PERETÓ, Juli. Controversies on the origino f life. **International Microbiology**, 8:23-31, 2005.
- PESSOA JR., Osvaldo Frota. **Teoria do conhecimento e filosofia da ciência I**. Cap. 2 – Definição de conhecimento. p. 5-9. São Paulo: USP, 2010.
- _____. O Dogmatismo Científico de Tradição Materialista. In: SILVA, CIBELLE C. (org.), **Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino**, Livraria da Física, São Paulo, pp. 41-57, 2006.
- 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, Celmo Celeno *et al.* O sistema circulatório de Galeno a Rigatto. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 56, n. 1, p. 43-50, 1991.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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, 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.
- SPINELLI, Miguel. **Bacon, Galileu e Descartes. O renascimento da filosofia grega.** São Paulo: Loyola, 2013.
- STERNBERG, Robert J. **Psicologia Cognitiva.** 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- VIDEIRA, Antônio Augusto Passos. **O que é vida? Para entender a Biologia do séc. XXI.** Rio de Janeiro: Editora FAPERJ, cap. 2, 2000.

_____. 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.

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.

APÊNDICE I – Primeiro roteiro da entrevista semiestruturada

APÊNDICE I – Entrevista semiestruturada

Identificação

Nome: _____

Formação acadêmica: _____

Graduação: _____

Participou de projetos de pesquisa (PIC/PIBIC/PIBID): () Sim () Não

Se sim, em qual linha/área: _____

Especialização (área/instituição): _____

Mestrado (área/instituição): _____

Doutorado (área/instituição): _____

Experiência profissional

Instituições que atuou (área de atuação): _____

Tempo de atuação: _____

Desenvolve ou desenvolveu pesquisa nesta instituição: () Sim () Não

Comentários sobre o respectivo projeto de pesquisa: _____

Diálogo

- Comente um pouco sobre sua trajetória acadêmica, incluindo seus projetos de pesquisa.

- O que motivou escolher esta área de atuação/pesquisa?

- Atua como professor ou apenas como pesquisador?

- Sobre o curso em que leciona as aulas, qual é a relação desta atividade com a pesquisa que você exerce?

- Atua na pós-graduação? Se sim, comente um pouco sobre quais projetos participa.

- Como você caracteriza a biologia diante das outras ciências?

- E como você coloca a importância desta ciência nos diferentes contextos históricos e atualmente?

- De tudo o que foi discursado até então, há pessoas que acreditam que não é possível conceituar ou definir a vida. Na sua concepção é possível definir a vida?

-O que é a vida para você?

- Perante sua formação acadêmica e trajetória, você acredita que seus conhecimentos na (área de atuação) sobre determinados fenômenos biológicos, lhe permitem explicar esta questão?

APÊNDICE II – Roteiro do piloto

Identificação

Nome: _____
Formação acadêmica: _____
Graduação: _____
Especialização: _____
Mestrado: _____
Doutorado: _____
Pós-Doutorado: _____
Instituições que atuou: _____
Área de atuação na(s) instituição(ões): _____
Desenvolveu ou desenvolve projeto de pesquisa na atual instituição: () sim () não

Solicitar os dados que não foram fornecidos pelo lattes

1. Inicialmente, pelos dados da sua identificação você fez graduação (...), depois foi para o mestrado em (...), e em seguida ao doutorado em (...) (pós-doc, se tiver, em...) em ... Linha de pesquisa. Eu gostaria agora, neste primeiro momento, que você comentasse um pouco dessa trajetória acadêmica. Nesta explanação, gostaria que pontuasse o que te fez escolher a graduação, o que te conduziu, ou incentivou neste percurso. Por que das mudanças (se houver) na atuação.

- **Trajatória na pesquisa**

2. Explique com as suas palavras sobre a sua área de pesquisa.
3. Gostaria que você comentasse, dentro da sua área de formação, quais são as pesquisas que você tem desenvolvido durante este percurso. Nos conte sobre os objetivos destas pesquisas, sobre as respectivas contribuições.
4. Você realiza alguma pesquisa no momento? Comente um pouco sobre ela, explanando sobre os objetivos e as contribuições.

- **Trajatória no ensino**

5. Você também é professor aqui nesta instituição. Em quais disciplinas você atua? Tanto na graduação quanto na pós.
6. Você acredita que estas áreas se complementam? A da pesquisa e a do ensino? O ser professor e ser pesquisador se complementam?
7. Como o desenvolvimento da sua pesquisa contribui para o seu ser professor?

- **Aspectos relevantes sobre a biologia**

8. Por tudo que foi comentado sobre a sua formação, percebemos que a sua atuação está intimamente relacionada com as Ciências biológicas. Como você caracteriza a biologia dentro das ciências?

(Para gerar discussão) Para Mayr, por exemplo, a biologia é uma ciência única, diferente das demais, principalmente pelas particularidades de seu objeto de estudo e de seus métodos. Com base no que você me disse agora a pouco sobre a biologia ser (...trazer alguns aspectos explanados pelo entrevistado), eu gostaria de aproveitar este momento para pedir que você comentasse um pouco sobre o objeto de estudo da biologia, quais são as formas e métodos diferentes, que torna a biologia uma ciência diferente das outras.

9. Neste aspecto, você concorda com Mayr?

10. Como você concebe a importância da biologia nos diferentes contextos históricos e atualmente?

(Se necessário instigar) Qual foi a importância da biologia no seu início? Você acha que agora ela assume a mesma importância?

- **Problemas sobre o fenômeno vida**

11. Bom, você definiu que os seres vivos e o fenômeno da vida, são o objeto de estudo da biologia. Então eu

gostaria que você caracterizasse, como professor e como pesquisador, um ser vivo.

(Para gerar a discussão) como curiosidade, como você coloca os vírus nessa sua caracterização?

(Outra discussão, dependendo da atuação) bom, já que os vírus não são considerados vivos, e sim seres limítrofes porque dependem da interação com a célula de um ser vivo, você poderia refletir e me explicar qual seria, então, o papel da interação entre os seres? você acredita que a interação entre organismos para a manutenção da vida é algo particular dos vírus, ou é recorrente em todos os seres? Onde e como você identifica essas interações? Cite alguns exemplos.

(Outra discussão, se a explanação for enriquecedora) você acredita na possibilidade de um único ser vivo conseguir manter a vida sozinho?

12. Me fale um pouco agora, sobre o seu pensamento em relação a origem da vida, considerando que atualmente temos várias hipóteses, além de seus estudos e formação, para você, como o ser vivo se originou?

13. François Jacob nos diz que uma determinada época, ou cultura, é caracterizada pelas questões que se colocam do que pela extensão do conhecimento produzido. Considerando a sua área de atuação, quais são as principais questões que foram formuladas pelo fenômeno da vida?

14. Eu gostaria que você comentasse agora sobre as respostas que foram obtidas para estes problemas que você comentou. (Se nem todos foram resolvidos, pelo menos algumas respostas das questões que foram).

15. Mas para você, ainda existem questões sobre o fenômeno da vida que não tem resposta?

16. Tem muitos autores, mesmo das ciências biológicas, embora caracterizem e estabeleçam as características e os limites entre a matéria viva e a não viva, que ao falar sobre a vida, chegam a conclusão de que se torna difícil definir a vida. O próprio Mayr diz isso, que embora se conheça as propriedades e mecanismos dos seres vivos, não há uma definição própria da vida. Até mesmo porque outros autores defendem que esta definição assume um caráter polissêmico, variando desde as definições animistas, e aquelas utilizadas por religiosos, por exemplo. Mas dentro das ciências, você acha que é possível definir a vida? Pois existem também, por outro lado, autores que defendem a possibilidade de definir a vida e ainda afirmam que isto já foi feito.

17. Bom, neste momento eu trago um desafio para você:

Gostaria que você pensasse e refletisse, para então me explicar como você definiria a vida a partir dos conhecimentos gerados na sua área de atuação.

18. Para finalizar, após tudo que foi explanado até o momento, gostaria que você citasse cinco palavras que vêm em seu pensamento durante a tentativa de definir a vida.

Nós agradecemos pela sua disposição durante a participação desta entrevista, e também pelas contribuições, que nos proporcionará o desenvolvimento desta pesquisa!

APÊNDICE III – Roteiro de entrevista semiestruturada definitivo

• Identificação

Nome: _____
Formação acadêmica: _____
Graduação: _____
Especialização: _____
Mestrado: _____
Doutorado: _____
Pós-Doutorado: _____
Instituições que atuou: _____
Área de atuação na(s) instituição(ões): _____
Tempo de atuação: _____
Desenvolveu ou desenvolve projeto de pesquisa na atual instituição: () sim () não
Comentários sobre o respectivo projeto de pesquisa: _____

Solicitar os dados que não foram fornecidos pelo lattes:

17) Inicialmente, pelos dados da sua identificação você fez graduação (...), depois foi para o mestrado em (...), e em seguida ao doutorado em (...) (pós doc, se tiver, em...) em (...) Linha de pesquisa. Eu gostaria agora, neste primeiro momento, que você comentasse um pouco dessa trajetória acadêmica. Nesta explanação, gostaria que pontuasse o que te fez escolher a graduação, o que te conduziu, ou incentivou neste percurso. Se participou de projetos de pesquisa, em qual área e como foi... Por que das mudanças (se houver) na atuação.

Poderia comentar também sobre como foi sua pesquisa no mestrado? O que incentivou a escolha nesta linha de pesquisa... Quais foram os conhecimentos envolvidos?

E no doutorado?

• Trajetória na pesquisa

18) E agora, o que você está pesquisando atualmente? Eu gostaria que você me explicasse com as suas palavras sobre a sua área de pesquisa.

19) E o que você considera como principal ou principais contribuições desta sua pesquisa tanto para o meio social, acadêmico e científico? Se não ficar claro, pedir para o entrevistado: Nos conte sobre os objetivos destas pesquisas, sobre as respectivas contribuições.

• Trajetória no ensino

20) Você também é professor aqui nesta instituição. Em quais disciplinas você atua? Tanto na graduação quanto na pós. Poderia comentar um pouco sobre os tópicos destas?

21) Você acredita que estas áreas se complementam? A da pesquisa e a do ensino? O ser professor e o ser pesquisador se complementam?

22) Como o desenvolvimento da sua pesquisa contribui para o seu ser professor? Ou, como os conhecimentos da sua pesquisa contribuem na sua prática no ensino?

• Aspectos relevantes sobre a biologia

23) Por tudo que foi comentado sobre a sua formação, percebemos que a sua atuação está intimamente relacionada com as Ciências biológicas. Neste momento, eu gostaria que você caracterizasse a biologia como ciência e em relação às outras ciências naturais?

(Supondo dificuldade) Porque que você vê a biologia como ciência? Ela é semelhante à física e a química? , quanto aos problemas que nortearam a biologia, quanto a sua produção histórica de conhecimento... do que ela trata, modo de investigação ou de produzir conduzir conhecimentos?

– em que aspectos que você que a biologia é diferente ou se diferencia das outras ciências naturais?

24) Como você percebe a importância dada à biologia nos diferentes contextos históricos e atualmente? Discuta um pouco sobre o percurso histórico da biologia,

(Se necessário instigar) Gostaria que você falasse um pouco sobre importância da biologia no seu início e em

diferentes épocas de seu contexto até hoje. Como você, como biólogo, enxerga a biologia em diferentes contextos históricos?

- **Problemas sobre o fenômeno vida**

25) Bom, já se tem explícito - os seres vivos, o fenômeno da vida, são objetos de estudo da biologia. Então eu gostaria que você falasse um pouco como professor e como pesquisador, como caracteriza um “ser vivo”, nas suas aulas, para os seus alunos, como pesquisador...

Supondo dúvida, dificuldade na resposta - bom, eu gostaria que você também caracterizasse, agora, utilizando os conhecimentos de sua área de atuação.

26) Como você coloca os vírus nessa sua caracterização?

27) Fale-me um pouco agora, sobre o seu pensamento em relação à origem da vida, considerando que atualmente temos várias hipóteses. E, considerando seus estudos, sua área de atuação, eu gostaria que você falasse sobre a origem da vida. O que você acredita? O que você defende em suas aulas? Na sua Pesquisa?

28) François Jacob nos diz que uma determinada época, ou cultura, é caracterizada mais pelas questões que se colocam do que pela extensão do conhecimento produzido. Ou seja, o período histórico de uma dada ciência é caracterizado mais pelos problemas do que pelo conhecimento produzido. E considerando a sua área de atuação, eu gostaria que você falasse um pouco sobre as grandes questões formuladas pela biologia, que a possibilitou ter esse contínuo de produção de conhecimento?

29) Eu gostaria que você comentasse agora sobre as respostas que foram obtidas para estes problemas que você comentou. (Se nem todos foram resolvidos, pelo menos algumas respostas das questões que foram).

30) Mas para você, ainda existem questões da biologia que não tem resposta? Que questões têm para serem resolvidas ainda?

31) Ao serem questionadas, muitas pessoas, entre elas até mesmo biólogos, consideram difícil definir o que é vida. Por outro lado, existem autores que afirmam que esta definição é possível, principalmente para os biólogos. O que você diz a respeito dessa possibilidade?

32) Bom, mas eu vou fazer desafio para você:

Gostaria que você elaborasse um pensamento (conceito) ou explicação sobre o que é vida, considerando os conhecimentos produzidos na sua área de atuação.

33) Para finalizar, após tudo que foi explanado até o momento, gostaria que você citasse cinco palavras que vêm em seu pensamento durante a tentativa de definir a vida.

Nós agradecemos pela sua disposição durante a participação desta entrevista, e também pelas contribuições, que nos proporcionará o desenvolvimento desta pesquisa!