



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Ciências Sociais

Instituto de Filosofia e Ciências Humanas

Roberto Santos Ramos

**O conceito de vida nas Ciências Biológicas**

Rio de Janeiro

2022

Roberto Santos Ramos

**O conceito de vida nas Ciências Biológicas**



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. Edgar da Rocha Marques

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CCS/A

R175 Ramos, Roberto Santos.  
O conceito de vida nas Ciências Biológicas / Roberto Santos Ramos. – 2022.  
160 f.

Orientador: Edgar da Rocha Marques.  
Tese (Doutorado)– Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto  
de Filosofia e Ciências Humanas .

1. Vida – Teses. 2. Filosofia – Teses. 3. Biologia – Teses. I. Marques, Edgar  
da R. (Edgar da Rocha), 1964-. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.

CDU 113

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta  
tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Roberto Santos Ramos

**O conceito de vida nas Ciências Biológicas**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em: 22 de março de 2022.

Banca Examinadora:

---

Dr. Edgar da Rocha Marques (Orientador)  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas – UERJ

---

Dr. Joedson Marcos Silva  
Universidade Federal do Maranhão

---

Dr. Carlos Martínez Ruiz  
Universidade Federal do Maranhão

---

Dr. Antonio Augusto Passos Videira  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas – UERJ

---

Dra. Karla de Almeida Chediak  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas – UERJ

Rio de Janeiro

2022

## DEDICATÓRIA

O que seria a morte no planeta vivo? Tal paradoxo expressa o enigma da morte, talvez não como a finitude em si mesma, mas como um elo na grandiosa e complexa teia da vida. Falar de vida e sua negação, principalmente quando nos deparamos com a ausência de um ente querido, torna-se mais que desafiador. É missão indelével que faz pulsar a chama da vida, trazendo à tona o desejo inconsciente de continuidade, acreditando que o fenômeno da vida rompe barreiras, transversaliza dimensões inimaginadas e nos une tecendo laços na gigante árvore da vida, pois de alguma forma estamos sim, conectados.

Temos em nós a força intuitiva que não aceita a finitude da vida! Não aceita que nossos entes “dobrem o canto da rua”. Não aceita que aqueles que deixaram seu perfume em nossas vidas nos deixem nesse plano. Nossa chama interior clama por vida, clama pela experiência de todas as formas de ser e existir, clama pelo fôlego que nos transforma em almas e nos reconecta na roda inexorável do tempo. Nos recônditos mais profundos de nossa inconsciência a vida pulsa pela existência! Deve ser Deus nos falando do absoluto, daquilo que ainda não vemos, do valor incomensurável do convívio pleno! Convívio é existir com o outro, no outro, reconhecer-se nele e ser um lugar no mundo, hospedando outros mundos no mundo da expressão de cada um. É saber que a minha humanidade não se dá numa ilha deserta, e tampouco se esgota no meu eu! Ah, vida! Vida imensa! Sempre presente, criativa e tão forte que continua a existir no coração da lembrança. Ainda que mude de endereço, ela continua a brilhar onde a alma anseia existir.

A você, Ronize Santos Ramos (*in memoriam*), irmã querida, uma grande guerreira que superou vários obstáculos e nunca deixou de sorrir; atuou na vida com alegria, com dedicação e fez muita diferença na história de cada um que verdadeiramente a conheceu! Seus gestos de carinho, seu altruísmo elevado, sua empatia espontânea e mensagens deixadas em seu caderno de anotações revelam o espírito elevado de sua natureza humana. O anjo materializado que nos mostrou que o sucesso tem a ver com a diferença que cada um faz na vida das pessoas e o que tivermos de fazer em prol do outro que o façamos em vida, com todo amor de que somos capazes. Eis que as cortinas do palco da sua vida se fecharam, mas as sementes que você plantou em nossos corações ecoarão como ondas tranquilas e perenes no mar da eternidade!

Não poderia deixar de mencionar, em meio à pandemia da COVID-19, as vidas humanas ceifadas abruptamente, seus sonhos atropelados não apenas por um vírus, mas também por uma gestão equivocada e descomprometida com os ideais e princípios mais basilares da humanidade e da solidariedade intra e intergeracional que chancelou nossa evolução coletiva na imensidão do tempo. Como homenagem aos irmãos e irmãs dessa grande árvore da vida que se desprenderam dela sem cumprir sua marcha natural, fica a luta por justiça e dignidade e a certeza de que ela sempre valerá a pena. As suas ausências se transformarão em doces saudades na comunidade humana.

No ideário humano, o ciclo da vida aflorou o cuidado como essência da permanência e, ainda que o trânsito nessa dimensão nos pareça efêmero, cultivamos o cuidado como valor universal, aprendemos a cooperar na nossa história civilizacional e isso possibilitou nossa evolução biológica. Através do cuidado firmamos nossa ancestralidade, contamos as histórias dos que lutaram por um mundo melhor para todos. No coração, carrego a gratidão por seus feitos e pelo que puderam construir em vida!

## AGRADECIMENTOS

Aos colegas professores filósofos da UFMA, envolvidos diretamente na construção do DINTER, em parceria com a UERJ, cujo planejamento e articulação foram precisos e contundentes para a realização deste grandioso projeto de qualificação, que agora colhemos seus frutos.

À UFMA, instituição acadêmica que possibilitou a concretização do DINTER. E nessa jornada, não poderia deixar de agradecer a cada um dos membros do colegiado em Licenciatura em Ciências Naturais, do qual sou lotado, e que “seguraram a peteca” enquanto estive ausente. Esse apoio mútuo reflete a solidariedade na produção de conhecimentos que demanda tempo necessário para erudição e profundidade na pesquisa.

Aos professores do quadro da pós graduação da UERJ, que contribuíram grandemente com a minha formação filosófica, possibilitando-me ampliar os olhares para as coisas do mundo, das ciências, dos saberes, das artes, enfim, da vida que renasce em cada reflexão! Ainda pertencente à essa renomada instituição, e não menos importante, gostaria de agradecer todo o empenho do corpo técnico, operacional e administrativo, sem os quais a dinâmica institucional não ocorreria.

À Professora Dra. Karla Chediak, que conduziu em grande parte a minha orientação. Seu compromisso profissional e dedicação possibilitaram a concretização da presente tese, bem como meu desenvolvimento e apreensão sobre as questões filosóficas atinentes ao tema. Importante frizar o diferencial ao longo da orientação na oferta, pelo programa, de disciplina eletiva conduzida sob sua docência, fatores esses que contribuíram sobremaneira para a minha formação.

Ao Professor Dr. Edgar Marques que prontamente aceitou o desafio de orientar-me após o processo de afastamento da professora Dra. Karla. Suas rigorosas observações em várias passagens enriqueceram o presente trabalho.

Aos meus queridos pais, motivo maior de alegria e orgulho por suas histórias de luta e desprendimento. Sua missão de acolhida, cuidado e proteção resulta na pessoa que me tornei. A educação compõe essa herança valiosa que me foi presenteada com sacrifício e amor; sentimento que na trama da vida expressa o que há de mais nobre no ser humano. Vocês são a minha fortaleza, meu porto seguro!

À minha esposa Conceição Moura, por todo amor e apoio incondicional que me dedica. Nessa caminhada ao seu lado, venho aprendendo diariamente. Tenha certeza que me tornei melhor como pessoa por você existir na minha vida!

Aos demais familiares e amigos/as verdadeiros/as que não medem esforços para ajudar, são vocês que fazem a letra da música ganhar sentido real, quando são guardados no peito, “mesmo que o tempo e a distância digam não”.

Enfim, a interatividade e todo o complexo de colaboração que contribui com a vida nos faz olhar em várias janelas do tempo e agradecer a todos aqueles que deixaram o registro de suas reflexões na história da vida.

A vida é também uma pergunta que o universo faz  
a si mesmo, sob a forma do ser humano.

*Lynn Margulis e Dorian Sagan*

## RESUMO

RAMOS, Roberto Santos. **O conceito de vida nas Ciências Biológicas**. 2022. 160 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

O que é vida? Esta pergunta certamente transcorreu a história da civilização até os dias atuais, ensejando a busca por respostas, desde o homem comum até cientistas e filósofos. Em épocas remotas, alguns filósofos admitiam ser um fenômeno da entelúquia que anima a matéria. Na visão materialista, a vida se mostra como uma forma particular da existência cujos processos metabólicos obedecem a leis determinadas, verificadas através da experiência objetiva. Ainda, assim, tal questionamento permanece até a atualidade, momento em que a exploração espacial, as tecnologias de informação e comunicação avançadas, e manipulação de DNA, dentre outras descobertas, são realidades que igualmente reacendem o debate sob novas vertentes. Na biologia, a vida constitui-se como objeto empírico central, tendo como tese dominante a de que ela se atrela a um fenômeno natural, pautado em propriedades operacionais, o que dificulta a definição para a discussão de um conceito de vida, por ser esta entidade uma reificação do processo de viver. A presente tese visa contribuir para a discussão do conceito de vida, através da análise filosófica. Com isso, por meio da presente pesquisa, resgatou-se algumas noções de vida a partir de sua origem, recorrendo aos mitos como tese explicativa, seguida pelo embate entre vitalistas e fisicalistas como forma de levantar os aspectos teóricos dessa discussão que se intensificou a partir do século XVII. Ainda, assim, fruto desse embate, o organicismo associado ao emergentismo, posição filosófica materialista e não reducionista surge como terceira via na tentativa de explicar o fenômeno vida. Nesse seguimento, fez-se necessário recorrer à teoria de conceitos, delineando-a a partir dos domínios da ciência e, mais especificamente, na biologia, considerando seus padrões explicativos por se tratar de uma ciência autônoma. Adicionalmente, endossamos e/ou ressignificamos requisitos necessários para a caracterização do conceito de vida, como generalidade, coerência, não vitalismo, elegância conceitual e especificidade. Com intuito de organizar e sistematizar as diferentes concepções de vida e seus respectivos autores, foi formulado um quadro, classificando-as em fortes, fracas e negacionistas. Além disso, como forma de tematizar o presente debate, reforçado pela pandemia do COVID-19, recorreu-se aos vírus que não se enquadram à teoria celular, localizando na fronteira da vida e não vida. As concepções de Dupré acerca do metabolismo colaborativo e da ontologia do processo, intermediaram a proposição de um conceito de vida entre as concepções fortes e fracas. Como conclusão do presente trabalho, sugerimos a vida como uma hierarquia de processos biológicos colaborativos, que se estabilizam mutualmente conforme as contingências presentes na teia de sistemas integrados, com capacidade de formar linhagens sujeitas às pressões seletivas, resultando em neguentropismo, coevolução biológica e homeostasia. Com isso reafirmamos o processo no *continuum* da vida que vê nos sistemas vivos, hierarquias de processos em uma variedade de escalas temporais e espaciais.

Palavras-chave: Vida. Conceito. Filosofia. Biologia.

## ABSTRACT

RAMOS, Roberto Santos. **The concept of life in Biological Sciences**. 2022. 160 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

What is life? This question has certainly spanned the history of civilization until the present day, prompting the search for answers, from the common man to scientists and philosophers. In ancient times, some philosophers admitted that it was a phenomenon of the *entelechy* that animates matter. In the materialist vision, life is shown as a particular form of existence whose metabolic processes obey determined laws, verified through objective experience. Even so, this questioning remains until today, when space exploration, advanced information and communication technologies, and DNA manipulation, among other discoveries, are realities that also rekindle the debate under new aspects. In biology, life is constituted as a central empirical object with the dominant thesis that it is linked to a natural phenomenon, based on operational properties, which makes it difficult to define a concept of life, since this entity is a reification of the process of living. The present thesis aims to contribute on the problematic of the concept of life, through philosophical analysis for the conception of a concept that helps to overcome the problems of its formulation. With this, by means of the present research, some notions of life were rescued, starting from its origin, resorting to myths as an explanatory thesis, followed by the clash between vitalists and physicalists as a way of raising the theoretical aspects of this discussion, which intensified from the XVII century on. Still, as a result of this clash, organicism associated with emergentism, the philosophical position of this current, emerges as the third way in the attempt to explain the phenomenon of life. In this sequence, it was necessary to resort to the theory of concepts, delineating it from the domains of science, and more specifically in biology, considering its explanatory patterns because it is an autonomous science. Additionally, we endorsed and/or re-signified necessary requirements for the definition of the concept of life, such as generality, coherence, non-vitalistic, conceptual elegance, specificity, and the process as inherent to life. In order to organize and systematize the different conceptions of life and their respective authors, a chart was formulated, classifying them as strong, weak, and non-existent. Moreover, as a way of thematizing the present debate, reinforced by the COVID-19 pandemic, we resorted to viruses that do not fit the cell theory, being located on the borderline of life and non-life. Dupré's conceptions about collaborative metabolism and process ontology intermediated the proposition of a concept of life between strong and weak conceptions. As a conclusion of the present work, we suggest life as a hierarchy of collaborative biological processes, which mutually stabilize according to the contingencies present in the web of integrated systems, with the capacity to form lineages subject to selective pressures, resulting in negentropy, biological co-evolution and homeostasis. In doing so, we reaffirm the process in the continuum of life that sees in living systems, hierarchies of processes at a variety of temporal and spatial scales.

Keywords: Life. Concept. Philosophy. Biology

## LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

COVID – *Corona Virus Disease*

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

RNA – Ácido ribonucleico

SARS – Síndrome Respiratória Aguda

UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

UFMA – Universidade Federal do Maranhão

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1	<b>PERSPECTIVA HISTÓRICA DO CONCEITO DE VIDA</b> .....	20
1.1	<b>A mitologia como tese explicativa</b> .....	20
2	<b>VITALISMO X FISCALISMO</b> .....	24
2.1	<b>Vitalismo</b> .....	25
2.2	<b>Fiscalismo</b> .....	35
2.2.1	<u>O florescimento do fiscalismo</u> .....	38
2.2.2	<u>A ciência e o fiscalismo</u> .....	42
2.2.3	<u>Estratégias do fiscalismo</u> .....	45
2.2.3.1	Reduccionismo.....	46
2.2.3.2	Superveniência.....	52
2.2.4	<u>Impasses do fiscalismo e sua superação</u> .....	57
3	<b>O ORGANICISMO NA CONCEPÇÃO DE VIDA</b> .....	61
3.1	<b>Emergentismo</b> .....	64
3.2	<b>Níveis de organização da vida</b> .....	67
3.3	<b>O organismo como um sistema</b> .....	72
3.4	<b>O metabolismo dos organismos como entropia negativa</b> .....	77
3.5	<b>Evolução no organicismo</b> .....	79
4	<b>CONCEITO DE VIDA: O CONCEITO E SEUS PROBLEMAS</b> .....	84
4.1	<b>O conceito em ciências</b> .....	84
5	<b>A BIOLOGIA COMO CIÊNCIA</b> .....	90
5.1	<b>Unidade fundamental da vida?</b> .....	92
5.2	<b>A Biologia e o conceito de vida</b> .....	96
6	<b>ALGUMAS CONCEPÇÕES DO CONCEITO DE VIDA</b> .....	101

6.1	<b>Conceito de vida em Schrödinger</b> .....	103
6.1.1	<u>Estruturas dissipativas e a teoria quântica</u> .....	109
6.2	<b>Conceito de vida em Dupré e O'Malley</b> .....	114
6.2.1	<u>Príons</u> .....	116
6.2.2	<u>Plasmídeos</u> .....	119
6.2.3	<u>Delimitação espacial, organismo e individualidade</u> .....	120
7	<b>REQUISITOS PARA UMA DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE VIDA..</b>	130
8	<b>O CASO DOS VÍRUS</b> .....	135
8.1	<b>O vírus na fronteira da vida</b> .....	136
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	149
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	152

## INTRODUÇÃO

O que é vida? Esta pergunta certamente transcorreu a história da civilização até os dias atuais. Em seu decurso remoto, grandes eventos culminaram em extinções em massa, e também em grande proliferação, diversificação e complexificação da vida em várias formas e sob condições adversas até que surgiu a espécie humana cuja revolução cognitiva propiciou grandes transformações da natureza.

Em seus primórdios, nossos antepassados, a partir da produção de ferramentas, passando pela constituição das primeiras sociedades de caçadores e coletores, encontraram, através de tentativa e erro, as melhores formas de obterem seu alimento, de se protegerem e de sobreviver às intempéries. Nesse decurso, a interpretação e intervenção na natureza lhes possibilitavam constituir diversas relações que surgiam a partir de suas práticas, tais como a comunicação com seus pares, a defesa do território, a contemplação da natureza etc; experiências que lhes possibilitariam a elaboração de juízos e significados aprimorados. Dentre outros fatores, a linguagem proporcionou-lhes o desenvolvimento da cultura. Esse conjunto de relações, possivelmente, consiste nos primeiros pressupostos cognitivos que tornaram possível para eles refletir sobre sua origem, destino e, dentre as grandes questões, uma que possivelmente viria à tona: o que é a vida?

Tal questionamento sempre ensejou a busca por respostas, desde o homem comum até os cientistas e filósofos. A necessidade dessas respostas esteve presente em diferentes espaços e épocas remotas. Alguns filósofos admitiam ser a vida um fenômeno da entelúquia que anima a matéria, e permanece até a atualidade na qual a exploração espacial, as tecnologias de informação e manipulação de DNA são realidades que igualmente reacendem o debate sob novas vertentes, a partir do vasto conhecimento gerado no último milênio, para o qual as respostas ainda não se mostram satisfatórias.

A palavra vida conduz a diferentes noções. Na biologia, a tese dominante é a de que ela se atrela a um fenômeno natural que se originou a 3,6 bilhões de anos atrás e se estabeleceu mediante a sopa primordial, sistema coloidal, resultado da combinação de elementos químicos e físicos dispersos na atmosfera primitiva com a presença de água. A partir desse “caldo” teria ocorrido, então, a formação de um sistema químico primitivo auto-reprodutor.

Após intensos processos químicos e físicos, esse sistema se complexificou mediante as contingências evolutivas de um ambiente em contínua e profunda transformação, gerando

diversidade orgânica e, como consequência, a irradiação de organismos que povoaram os mais diferentes espaços que abrigam a vida no planeta. Essa diversidade biológica, por sua vez, permitiu a resiliência e manutenção de condições de sobrevivência dos seres vivos, desde a menor partícula viral, com capacidade de autonomia e sobrevivência, vista apenas em microscópio eletrônico, até os organismos mais complexos, a exemplo dos seres humanos que possuem processos metabólicos comuns aos demais seres vivos.

Na visão idealista, a vida é considerada como a manifestação de um princípio organizador externo à matéria física, dotada de uma essência sobrenatural e superior, de natureza incognoscível e, portanto, insondável, livre de qualquer alteração significativa em sua estrutura básica. É, pois, uma visão da vida como essência, que teve uma origem supramaterial eterna inacessível à experimentação. Essa é, segundo Oparin (2008), a “psique” de Platão, a “enteléquia” de Aristóteles, a “alma imortal” ou “partícula da divindade” de várias doutrinas e crenças religiosas, o “Princípio interno de causalidade” de Kant, o “Espírito do mundo” dos Hegelianos, a “força vital” dos vitalistas.

Já segundo a visão materialista, a vida é de natureza material, uma forma particular da existência cujos processos fisiológicos obedecem a leis determinadas, verificadas através de observações e na experiência objetiva. Weber (2015, p. 7) concorda que a matéria se comporta de forma distinta nos sistemas vivos e não vivos. Dessa forma, a vida se constitui como entidade de interesse da biologia, disciplina autônoma que se debruça sobre o estudo da estrutura e função dos sistemas vivos. Sistemas esses complexos, ricos em propriedades emergentes que surgem a cada nível de integração e organização da vida. Figura-se, nesses sistemas, a aleatoriedade como um dos seus elementos; além de uma “ordem” interna, que se auto-regula diante das contingências do meio, obedecendo a leis gerais e princípios do mundo físico.

O olhar para os fenômenos do mundo natural se pautava em fundamentos da ciência física, reduzindo os eventos de natureza complexa da vida às partículas elementares da matéria, cujo entendimento, nesse nível de organização, extrapolava para os níveis dito superiores subsequentes a essa explicação reducionista. Com a ascensão da biologia como disciplina autônoma, o reducionismo deixou de ser o parâmetro da biologia. Conforme Mayr (2005, p. 33), além dessa, outras ideias como o essencialismo, o determinismo e a ausência de leis naturais universais em biologia, firmaram, mediante a refutação dessas ideias, a autonomia dessa área do conhecimento.

Por certo, o conhecimento do amplo, dinâmico e complexo objeto de estudo da biologia, bem como seus métodos e princípios, nos coloca, ainda assim, uma inquietação que transversaliza todo o conhecimento já produzido sobre a vida e seus mecanismos de adaptação,

seleção natural, e perpetuação das espécies, qual seja: qual é a definição de vida nas ciências biológicas? Quais delimitações podem ser aplicadas ao reino da vida? Elas dão conta de explicar o que seja vida? Qual a importância do conceito e por que considerá-lo? Tais questionamentos que se colocam como problema de pesquisa na presente tese já vinham sendo formulados, desde quando atuava como professor do ensino médio, observando que, não tendo uma definição que abarcasse as nuances dos processos vitais em um conceito universalizante sobre o qual a biologia pudesse se debruçar, seria um tanto contraditório e, possivelmente, tornaria a biologia uma disciplina incompleta, já que seu tema central é a vida. Assim, não saberíamos discorrer sobre sua definição sem apelar para classificações operatórias pautadas em lista de propriedades, ou, constatada a sua impossibilidade, apelaríamos para sua desimportância como subterfúgio.

Difícilmente os biólogos se deparam com questões de cunho epistemológico e mais especificamente voltadas à biologia teórica e isso possivelmente deve-se ao fato de ser a biologia uma área do conhecimento cujos métodos estão bem mais ligados à experimentação, observação *in natura*, narrativa histórica. Dessa forma, Emmeche (1997, p. 244) aponta que os biólogos, ao negligenciarem a importância das definições dos objetos da ciência, pressupõem que a definição sobre a natureza da vida é metafísica, não sendo, portanto, relevante para a pesquisa. Contrariamente, Emmeche (1997) aponta que as tentativas de definir os fundamentos de um sistema vivo são sim importantes no contexto da pesquisa teórica.

Muitas dessas ponderações continuaram no ambiente acadêmico e no exercício da docência. Permaneci refletindo acerca desses temas e, ao mesmo tempo, buscando por um conceito biológico de vida, reconhecendo ainda que, mesmo como professor de biologia, não tinha realizado ainda leituras suficientes na área da biologia histórica ao ponto de definí-la, mesmo ciente de ser este o objeto central sobre o qual a biologia se atém. Dessa forma, a ocasião de discutir esse tema sob o viés da filosofia da biologia mostrou-se ser extremamente oportuno para mim, uma vez que tal busca demanda uma análise fundamentada e crítica acerca desse tema desafiador. Adicionalmente, sob o viés biológico, tal investigação contribuiria com os programas de pesquisas acerca da origem da vida, da astrobiologia e da vida artificial.

Os séculos XX e XXI revelaram grandes avanços da ciência em diversas áreas do conhecimento, como a cibernética, a medicina, a própria biologia com as recentes descobertas envolvendo DNA, a bionanotecnologia, dentre outras. Nesses mesmos séculos foram produzidos, entretanto, passivos ambientais que se acumularam ao longo do tempo, em função da forma pela qual diferentes grupos sociais lidavam e lidam com seus recursos, muitas vezes com noções equivocadas acerca da infinitude de recursos ambientais e também uma visão

limitada dos processos relacionados aos sistemas vivos. Ora, a relação ser humano e natureza é intermediada por concepções cujos conceitos integrantes estão ligados uns aos outros, formando um todo nocional. Além disso, o labor na transformação da natureza, direta ou indiretamente, causa impactos significativos nos seres vivos. Dada a dinâmica e complexidade dos sistemas vivos que estão em constante transformação, inevitavelmente, a noção ou mesmo o conceito de vida impõe novas questões que demandam estudos e reflexões acerca das bases conceituais e princípios sobre os quais se assentam essa noção de vida, e a questão ambiental figura-se como uma dessas vertentes.

Tais reflexões possibilitaram a ressignificação da noção de vida à luz do pensamento filosófico e do conhecimento científico, além das análises acerca das linhas centrais dos diferentes pensamentos que governaram a compreensão da história natural e influenciaram as tentativas de formulação do conceito de vida ao longo do tempo.

Para Weber (2011), houve três abordagens filosóficas principais para o problema da definição de vida que permanecem relevantes: a visão de Aristóteles da vida como animação, uma propriedade fundamental e irreduzível da natureza; a visão de Descartes da vida como mecanismo; e, para Kant, a visão da vida como organização. Autores como Gayon (2010) e Morange (2008 apud Weber, 2011) inserem os conceitos de variação e evolução por meio da seleção natural de Darwin.

Atualmente a definição de vida nas ciências biológicas vem se pautando em critérios operacionais, funcionais e/ou evolutivos, que opõem vida à matéria inanimada, tais como: composição química e celular, resposta a estímulos, hereditariedade, metabolismo, evolução, reprodução, homeostase, entre outros. Vale ressaltar que a reprodução ocorre dentro de um ciclo maior do organismo, que inclui sua senescência e morte.

Contrariamente, a matéria inanimada não apresenta atividade metabólica, não apresenta composição química e biológica diferenciada, e não se organiza em torno de uma regulação homeostática que combine propriedades a ponto de indicar aquilo que podemos denominar vida. Mesmo diante de todas essas noções sobre a vida, ainda assim nos deparamos com dificuldades para hierarquizar-la, uma vez que ainda é controverso afirmar que os elementos que conferem vida a alguma entidade são também formadores das entidades da matéria inanimada, firmando limites pouco discerníveis.

Esses critérios operacionais têm guiado a noção de vida nas ciências biológicas e têm sido apresentados em livros-textos de Biologia na área educacional, cujos conceitos são apropriados nos processos de formação inicial e continuada, porém não se mostram como base conceitual robusta e consensual para a definição de vida nas ciências biológicas.

A presente tese insere-se no âmbito da Filosofia da Ciência e, mais especificamente, na filosofia da Biologia. A mesma traz à tona esse complexo debate pouco resolvido no âmbito das ciências naturais, uma vez que, mesmo sendo um tema que perpassa todas as áreas da biologia, a imprecisão de um suposto conceito de vida é percebida por biólogos, filósofos e físicos ao longo dos estudos atinentes à vida e suas diferentes possibilidades de manifestação. A noção de vida atual nas ciências naturais é vista como um fenômeno. E com o surgimento da biologia como disciplina científica, na transição entre o século XVIII e XIX, conceituar vida se tornou um desafio, porquanto os seres vivos eram considerados como categorias taxonômicas das coisas naturais.

Os critérios adotados pelos biólogos para diferenciar matéria animada de matéria inanimada têm se mostrado insuficientes para uma definição precisa do conceito de vida. Eles conceituam o ser vivo, mas não a vida. Tais critérios não dão conta de incluir entidades tais como os vírus, que fora do corpo se cristalizam e perdem todas ou quase todas essas propriedades, apropriando-se, porém, em ambiente celular adequado, do metabolismo do hospedeiro, tornando-se dependentes e assumindo um papel do que poderíamos denominar de organismo vivo. Tal inquietação também abarca os príons, filamentos proteicos infecciosos de estrutura rudimentar e com capacidade de causar doenças, mesmo sem conter em sua estrutura o material genético necessário para sua replicação, possuem capacidade de propagação autocatalítica.

Outras entidades não comungam da lista de propriedades comuns que buscam agrupar entidades vivas. Essas entidades, tal como se apresentam, com especificidades que dão conta de seus processos metabólicos, tornam-se “vivas” e colocam uma demanda na revisão de conceitos na Biologia, como a definição de organismo, vida, organicidade dos processos, níveis de organização da vida, questionando, inclusive, o estabelecimento de fronteiras no continuum da vida, desde os organismos mais simples e microscópicos até os indivíduos mais complexos no processo evolutivo.

Nesse sentido, é possível estudar vida retirando-se as fronteiras que delimitam seus níveis de organização? Quais os limites físicos da vida de que tratam as ciências biológicas? Uma célula fora do corpo ao qual ela pertence é considerada viva? Ela atende aos critérios que distinguem o mundo vivo do não vivo? Uma semente em estado de dormência pode ser considerada uma entidade viva, uma vez que as propriedades que a caracterizam como tendo vida não se apresentam nesse estado? Esses questionamentos se colocam como problematizadores específicos que circundam o objeto de pesquisa da presente tese, uma vez que um conceito de vida adequado e abrangente poderá responder tais perguntas. Vale frisar

que, na tentativa de conceituar vida mediante algum fenômeno, processo ou elemento da natureza diretamente relacionadas, exceções são observadas, como as mencionadas anteriormente, o que torna tais tentativas um tanto incipientes. Dessa forma, constitui-se como objetivo da presente pesquisa discutir a problemática do conceito de vida e contribuir através da análise filosófica para a concepção de um conceito que ajude a superar os problemas de sua formulação.

Adicionam-se a essa problemática os aspectos evolutivos dos sistemas vivos que contribuíram para a emergência, adaptação e continuidade das entidades vivas nos mais diversificados meios, e cuja ausência levaria a análises pontuais e descontextualizadas do aspecto histórico-evolutivo da vida. Weber (2015, p. 2) concorda que os fenômenos evolutivos compõem um aspecto inextricável dos sistemas vivos, ao passo que, qualquer tentativa de definir a vida na ausência dessa perspectiva diacrônica, cairá na futilidade.

Diante dessa reflexão, a noção de vida não aponta uma conceituação mais ampla e precisa, pois nem todos os organismos podem ser encaixados facilmente em listas de propriedades comuns, ainda que se recorra ao mais amplo espectro de novas descobertas e conhecimentos nessa área. De todo modo, a base conceitual para essa problemática reporta-nos a aspectos das teoria do conhecimento, epistemologia, ontologia, metafísica, filosofia da biologia, ramos da filosofia cujos métodos e pensamentos filosóficos podem nos ajudar a trazer “luz” à esse campo tão “obscurecido” na definição do conceito de vida. Além dessas áreas do conhecimento, vale frisar que a biologia se estabeleceu como ciência unificada da vida no século XX, tendo em seu corpo teórico os conceitos que construíram e alimentaram o pensamento biológico até hoje, cabendo a esta o interesse maior pela definição de um conceito de vida que se constitui como o objeto central da referida área do saber.

A presente tese volta-se para uma reflexão filosófica, reunindo elementos teóricos e conceituais de forma a contribuir ao debate acerca do conceito de vida, circunscrito à filosofia da biologia, na diferenciação da matéria animada para a matéria inanimada em seus mais diversos aspectos.

Assim, este trabalho acadêmico aborda o conceito de vida a partir, primeiramente, de uma análise dos aspectos históricos do debate entre vitalismo e fisicalismo; em um segundo momento, investigamos o organicismo e a posição filosófica a ele associada, a saber, o emergentismo; daí passamos para as críticas ao reducionismo nas ciências e na biologia; a seguir tratamos da constituição do pensamento biológico e do pensamento evolutivo como princípio unificador do conjunto de conhecimentos relacionados aos organismos vivos, bem como da teoria de conceitos que busca relacioná-la à vida, apontando ainda as contradições e

novas percepções nesses itens. Além disso, as ideias de alguns autores que se debruçam sobre o tema serão analisadas e corroboradas em muitos aspectos. Esses aspectos se mostram cruciais para o entendimento de um tema tão complexo e desafiador, diante das controvérsias que o circundam.

Nesse sentido, nossa hipótese é a de que é possível compreender o conceito de vida de um modo amplo, conforme as condições anteriormente citadas, abarcando a estrutura e os processos atinentes à vida terrena. Essa limitação é devidamente justificada pelo que já se produziu de conhecimentos sobre esse assunto e, portanto, seria confuso utilizar-se dessa mesma base conceitual para se referir a uma suposta “vida” fora do nosso planeta, uma vez que as condições físicas se mostram diferentes e, em muitos casos, desconhecidas. Outro aspecto que endossa essa reflexão é a possibilidade de compreender melhor as especificidades que nos levam a teorizar sobre a origem da vida e sobre os recentes avanços tecnológicos que implicam temas ainda em discussão e desenvolvimento, como a inteligência artificial, por exemplo. A atualidade dessas temáticas se dá, de acordo com Moreno e Fenandéz (2000, p. 257), basicamente pela revolução da biologia molecular, desenvolvimento de novas tecnociências, como a cibernética, e, sobretudo, a informática.

Esses novos conhecimentos que lançam mão de sistemas construídos pelos seres humanos e exibem comportamentos lifelike, ou seja, característicos de seres vivos, embora não seja empecilho ao desenvolvimento de pesquisas nessa área, demandarão conceitos aprimorados acerca da vida biológica, a fim de evitar equívocos em termos de princípios básicos e seus marcos conceituais.

Portanto, a pergunta acerca do que vem a ser vida, por mais simples que seja, reflete uma complexidade na articulação dos significados provenientes de diferentes conceituações e reúne conhecimentos fundantes das áreas que se debruçam sobre essa temática sem a qual o ato de pensar-se numa possível resposta à essa pergunta, não haveria concepção de vida, por mais primitiva que fosse.

## 1 PERSPECTIVA HISTÓRICA DO CONCEITO DE VIDA

### 1.1 A mitologia como tese explicativa

As sociedades, de modo geral, guardam como patrimônio imaterial, muitas vezes expressando-se através de suas tradições, lendas e mitos, um conjunto de relatos da tradição oral que também envolvem divindades que versam sobre o significado cósmico e a concepção do mundo, desde a criação até o que ocorre após a morte. Perine (2002, p. 36), ao relacionar o mito e a filosofia afirma que “[...] a filosofia, além do privilégio histórico de ter sido a primeira tentativa de compreensão do mito, tem consciência, desde a sua origem, do seu parentesco com ele [...]”. Contudo, ainda para Perine (2002, p. 37), o “[...] pressuposto fundamental da compreensão filosófica do mito é que ele, antes de tudo, é palavra ou, o que é o mesmo, uma das formas do discurso humano [...]”.

Em relação ao sentido do mito, Perine (2002) aponta três modos dentre os quais considera detidamente a forma como Levi-Strauss descreve como um sistema coerente, ordenado e fechado de mitos e de crenças diversas, que não pretende dizer “outra coisa” além da realidade, mas apenas especular sobre suas virtualidades latentes, e aquele que o situa, segundo o modelo metafórico que privilegia o jogo interno dos conteúdos semânticos. Logo, para o autor, esses dois modos reconhecem no mito uma forma de discurso e o situam, portanto, no campo da linguística.

Pensar sobre essa dimensão do saber nos motiva a refletir acerca de como os mitos da criação, intimamente relacionados à vida, forjaram a compreensão dos fenômenos da natureza e do universo. Eles nos fazem entender também como as sociedades antigas buscaram compreender suas origens, bem como os fenômenos sobre os quais elas não tinham controle algum. Essa trajetória do conhecimento com suas questões de época atravessou diferentes sociedades, possibilitando o surgimento de pensadores e, conseqüentemente, da filosofia como um conhecimento racional, sistemático e com validade universal, ocasionando ruptura importante com o conhecimento mítico.

Certamente, as questões fundamentais com as quais a filosofia lida instigam o imaginário humano a confrontá-las. Essas questões são as mesmas para as quais diferentes civilizações buscam resposta através do apelo a mitos desde as sociedades pré-científicas, nas quais as diferentes explicações para o surgimento da vida se reuniram nas mitologias da criação, das mais diversas culturas, até as sociedades modernas, cujo conhecimento científico se consolidou como conhecimento seguro, possibilitando transformações importantes em vários

campos do viver humano. Portanto, registrá-las demarca essa trajetória na qual o conhecimento acerca das questões mais fundamentais foi construído, e, dentre elas, - o que é vida?, agindo como um registro histórico de vários aspectos das culturas humanas, possibilitando, ainda, a compreensão dos mitos dentro do contexto cultural do qual fizeram parte.

Nos últimos séculos, concepções ou noções diversificadas de vida foram formuladas, conforme a ciência, a cultura e os credos da época. De acordo com Margulis e Segan (2002, p. 18), Kepler, astrólogo e astrônomo alemão, por exemplo, considerava a Terra um monstro dotado de respiração e memória. Se voltarmos um pouco mais no tempo, verificamos, conforme Gleiser (2006, p. 25), que os mitos de povos antigos referentes à criação do universo e, conseqüentemente, à vida, fazem referência a um ser supremo que reflete o absoluto num universo de tempo finito ou infinito, como os mitos provenientes dos índios Hopi dos EUA, tendo como personagens principais Taiowa, o criador representando o Ser e Tokpela, que consiste no espaço infinito, representando o Não Ser.

Na tradição Guarani, uma das mais representativas etnias indígenas da América do Sul, Jecupe' (2001, p. 33) se refere ao “Nosso Pai Primeiro”, atributo da suprema consciência, cujo corpo se mostra como o espaço imanifestado e cuja essência manifestada é o ritmo, o Espírito-música, ou Grande Som Primeiro, também vislumbrado pelos grandes pajés como a Eterna Música geradora de vidas. Para o autor, o Grande Som Primeiro é chamado de *Tupa Tenondé*, (tu-“som”; *pan* – sufixo indicador de coralidade e *tenondé* – “primeiro, início”).

Há também, conforme Gleiser (2006, p. 25), o mito hindu que faz referência ao ovo cósmico. Mitos com essa vertente invocam um ‘Ser Positivo’ no papel de Criador, sendo esse tipo o mais comum em várias culturas. Enquadra-se a esse tipo a narrativa da origem do mundo de Ovidio (1983), *As metamorfoses*, uma fábula romana que inicia a descrição da natureza de mesma aparência, sem o mar, as terras e o céu, denominando-a de caos, uma massa bruta e informe, que não passava de um peso inerte, conjunto confuso das sementes das coisas. Nesse caos, umas coisas se opunham às outras, como o frio que lutava contra o calor, a umidade contra a secura e, logo após, o deus sol pôs fim ao caos inicial, cujos opostos coexistiam sem que sua existência individual se manifestasse. Das coisas que se opunham umas às outras, como terra e céu, terra e mar, leve éter e densa atmosfera, essas foram sendo separadas, se dispondo melhor na natureza e fixando limites devidos. No surgimento do homem pelo artífice das coisas, a partir da semente divina, a terra recentemente desprendida, havia pouco do elevado éter, conservando um pouco da semente do seu irmão céu. Então, o filho de Japeló a misturou com água da chuva e a modelou à imagem dos deuses.

Em uma das mitologias africanas, conforme Prandi (2001, p. 44), bem no princípio, durante a criação do universo, Olofim-Olodumare reuniu os sábios do Orum para que o ajudassem no surgimento da vida e no nascimento dos povos sobre a face da Terra. Ainda para Prandi (2001, p. 526), para os iorubás tradicionais, foi Olorum, Deus supremo, quem criou o mundo com incumbência de governá-lo. Separou o céu (Orum – céu dos orixás) e a terra (Aiê – terra dos humanos), depois que um ser humano tocou Orum com as mãos sujas; com isso, o céu imaculado do orixá fora conspurcado, o que gerou no orixá revolta, levando-o a reclamar para Olorum. Este, por sua vez, ficou consternado com a displicência dos mortais e, com o seu sopro divino, separou o céu e a terra.

Os mitos dos orixás originalmente fazem parte dos poemas oraculares cultivados pelos babalaôs. Falam da criação do mundo e de como ele foi repartido entre os orixás. Relatam uma infinidade de situações envolvendo os deuses e os homens, os animais e as plantas, elementos da natureza e da vida em sociedade. (PRANDI, 2001, p. 24).

Segundo Gleiser (2006), há, ainda, os mitos que se referem a um universo sem criação, cuja existência é eterna e cíclica, a se repetir por toda a eternidade, sem um começo ou um fim, manifestada através da tensão dinâmica entre os opostos: vida e morte, criação e destruição. Como exemplo, temos o deus Shiva da religião Hindu; o jainismo, originária da Índia, fundada por Maavira e contemporâneo de Buda, do século VI a.C.

O mito da criação reflete uma relação do ser humano com os fenômenos desconhecidos da natureza, buscando compreender a essência do absoluto. Para Gleiser (2006, p.22), o mito da criação é a “[...] ponte que se estabelece entre o absoluto e a realidade [...]. Em outras palavras, através de seus mitos as religiões proclamam sua realidade, relacionando o compreensível ao incompreensível [...]”.

Contudo, enfatizamos que a compreensão da natureza e de seus processos está intimamente ligada aos esquemas explicativos de cada época. Gleiser (2006, p. 9) aborda em sua obra como a imaginação humana confrontou e continua a confrontar o mistério da criação, e como as metáforas e o simbolismo cruzam as fronteiras entre ciências e religião, expressando uma profunda universalidade do pensamento humano. Entretanto, o próprio autor chama a atenção acerca de como essa mesma universalidade demonstra a existência de certas limitações em nossa imaginação, apontando que tanto a percepção sensorial como os processos de pensamento usados para organizar o mundo são restritos por uma visão polarizada da realidade.

O conhecimento do mundo, bem como o sentido da realidade, é em grande parte compartilhado pelas experiências empíricas que se acumularam no processo da evolução

humana. Modelos conceituais para compreender os fenômenos que nos cercam são formalizados e formalizadores no contexto histórico, social, tecnológico e cultural de cada época.

Os questionamentos mais fundamentais sobre o que é a vida estão vinculados à inventividade do ser humano, não como criação/evolução distinta dos animais com os quais guardam mais proximidade filogenética, mas como seres diferenciados no processo evolutivo que desenvolveram o pensar, a consciência do tempo, a linguagem, como instrumento sofisticado de comunicação, dentre outros elementos que permitiram a compreensão dos fenômenos naturais do qual faz parte.

A tentativa de explicar o fenômeno da vida pelos mecanismos físicos e químicos reacendeu, a partir do século XVII, um debate sobre a intrinsecidade da entidade viva que a faz diferenciar do não vivo. As teorias explicativas tinham como pressupostos a materialidade e os mecanismos químicos, os quais sofreram duras críticas de ser reducionista. Essa discussão, porém, é bem mais antiga, sendo que a distinção entre matéria animada e inanimada remonta à visão animista dos povos primitivos. Focaremos esse debate circunscrevendo-o no espaço temporal a partir do século XVII.

## 2 VITALISMO X FÍSICALISMO

O intenso debate sobre a vida e sua origem incitou, em meados do século XVII, uma acentuada polarização entre dois campos filosóficos, irreconciliáveis no que tange à natureza essencial da vida. De um lado o vitalismo, o qual supunha que os organismos vivos eram diferentes da matéria inanimada por conter um elemento não físico, uma força invisível – *lebenskraft*, *enteléquia*, *vis vitalis*, *élan vital*, *anima vivifica* – responsável pelo movimento e outras manifestações de vida em organismos, ou por ser governado por princípios diferentes da matéria inanimada.

O pensamento vitalista<sup>1</sup>, fundamentado em várias religiões, supõe um ser supremo que teria insuflado essa força invisível à carne inanimada e inerte, em que esta parcela da divindade do mundo é o vivo, o que move o ser e o mantém com vida. Ou seja, a vida é, de acordo com essa concepção, uma manifestação da divindade, uma força vital ou oculta, sem a qual a vida não poderia ser explicada e, quando ela se esvaece, só permanece o invólucro material vazio e inerte.

Nas antípodas dessa concepção, temos o físicoalimento, o qual concebe a vida como tendo apenas uma natureza material, cujos aspectos da realidade são analisados como realidade física. Esse debate, embora tenha seus antecedentes teóricos mais remotos, ainda perdurou por muito tempo diante das diferentes concepções de compreensão da vida e seus processos e mecanismos, finalizando entre os séculos XVIII e fins do XIX, quando se deu o declínio do vitalismo. Nesse declínio,

[...] por mais decididos e convincentes que fossem os vitalistas em sua rejeição do modelo cartesiano, eles eram igualmente indecisos e pouco convincentes em seu próprio esforço explicativo. Havia uma grande diversidade explanatória, mas não havia uma teoria coesa. (MAYR, 2008, p. 29).

A fixação desse tempo histórico para discutir o vitalismo e o físicoalimento se justifica diante do contexto local e histórico (França e Alemanha) que acentuou esse debate, uma vez que a filosofia mecanicista da revolução científica firmava a base teórica para o avanço das ciências nessa mesma época, como um contramovimento ao vitalismo que ainda persistia. Além disso, esse contexto foi favorável para o surgimento da biologia como disciplina

---

<sup>1</sup> Oparin (1955, p. 8) utiliza o termo idealismo para se referir a essa corrente que considera a vida como manifestação de um princípio espiritual superior e imaterial. A matéria é inerte, tomada por essa parcela eterna da divindade que a faz mover-se e manter-se com vida.

autônoma que desenvolvia conceitos cujas explicações em termos de processos físico-químicos não requeriam interpretações de cunho vitalista.

## 2.1 Vitalismo

Não há uma forma clara de vitalismo, e essa concepção tem sido associada a uma diversidade de conceitos, principalmente antes do século XIX, cuja história remontava aos escritos de Aristóteles. Contudo, olhando na perspectiva atual através de Stollberg (2019, p. 3), “[...] o vitalismo pode ser definido como uma teoria da vida nas ciências da vida (filosofia natural, ciências naturais e medicina) que debate a vida em relação – não necessariamente em oposição – à física e ao fisicalismo, que reduz todas as atividades da vida aos fenômenos físicos [...]”. Waisse, Amaral e Alfonso-Goldfarb (2011, p. 630) concordam que o termo vitalismo tem sido fortemente associado à medicina setecentista de Montpellier<sup>2</sup>. Para esses autores, apoiados em Rey (1997, p.7-8), o adjetivo vitalista – que, ao que tudo indica, apareceu antes do substantivo – foi cunhado por Charles-Louis Dumas (1765-1813), em 1800, para se referir, precisamente, à tradição dessa escola e, particularmente, às ideias de Paul-Joseph Barthez (1734-1806) médico, fisiologista e enciclopedista francês, embora não mencione explicitamente o nome desse autor.

A irreduzibilidade supracitada pode significar várias coisas, pois vários são os problemas cujas soluções dividem os partidários e os adversários do vitalismo. Em sentido mais preciso, vitalismo é a doutrina defendida por filósofos e cientistas entre meados do séc. XVIII e meados do séc. XIX, segundo a qual o fundamento dos fenômenos vitais se ampara na existência de uma força vital que não depende de mecanismos físico-químicos. Para Brigandt e Amor (2020, p. 1), a visão vitalista defende que os sistemas biológicos são governados por forças que não são nem físicas e nem químicas. Portanto, sob essa ótica, a investigação científica dos fenômenos vitais não consegue apreender a essência da vida, tornando, assim, os conceitos científicos inadequados para a compreensão dos seres vivos.

Por vezes, encontramos na literatura essa disputa metafísica entre os termos fisicalismo e vitalismo, e outros termos como o idealismo, mais próximo do vitalismo, cujo significado gnosiológico ou epistemológico seria o de admitir que os corpos têm somente existência ideal em nosso espírito, negando, assim, a existência material dos próprios corpos e do mundo.

---

<sup>2</sup> Referência à importante escola de medicina situada ao sul da França, numa cidade chamada Montpellier. Conforme Waisse, Amaral e Alfonso-Goldfarb (2011, p. 627) a faculdade de medicina no século XIII era considerada um dos quatro maiores centros de ensino médico na Europa.

Embora possamos encontrar diferenças nesses termos, tanto no que diz respeito aos significados quanto ao contexto em que foram concebidos, a convergência maior entre ambos referem-se à existência de uma força vital que anima a matéria, que seria inerte sem ela.

A metafísica de Aristóteles tem base vitalista e concebe a vida como animação, uma propriedade irreduzível da natureza, na qual interagem dois princípios que moldam a matéria, o *dynamys* e a *entelechea*. *Dynamys* (do grego antigo, ‘poder’, ‘força’) carrega em si a potencialidade, princípio de indeterminação; e a *entelechea* molda a matéria de acordo com sua dinâmica.

Para Stollberg (2019), o vitalismo se desenvolveu em três fases e muitas delas tiveram origem nas ideias de Aristóteles: a primeira, ocorrida entre a segunda metade do século XVII e primeira metade do século XVIII, tem em Georg Ernst Stahl<sup>3</sup> seu maior representante, um químico e médico, cujos estudos o levaram a considerar que a vida não poderia ser explicada apenas por processos mecânicos. Os seres vivos teriam algo extra, que chamou de *anima*, alma, resgatando a ideia de alma aristotélica, que concebe a alma como a primeira *entelechea* de um corpo natural.

Nessa época, a tradição cartesiana separava de forma bem distinta a *res cogitans* da *res extensa*, mente e corpo, apenas para humanos, em que juntos formavam o mecanismo que animava a matéria, já os demais seres vivos consistiam em meros mecanismos extremamente complexos e não se vislumbrava alma alguma. O vitalismo de Georg Ernst Stahl com forte tendência cristã, via uma conexão entre essas entidades ao mesmo tempo em que criticava o atomismo de Aristóteles<sup>4</sup>. O estado agregado da matéria permite, assim, uma dinâmica em que a alma guia e condiciona seus processos vitais.

O homem foi feito para a alma vivente [...], ou seja, para aquilo que vive: certamente essa expressão se encaixa nessa aceitação, que a alma, que dá vida, foi criada como um todo, ou seja, que faz o ato de vida, conserva o corpo e produz no corpo e pelo corpo afetos corporais e afetos da sabedoria divina [...] (GEYER-KORDESCH, 2000, p. 172 apud STOLLBERG, 2019, p. 5).

Para Stollberg, os processos que condicionam e animam a matéria viva ocorrem de forma dinâmica e integrada, configurando-se como elementos específicos que o diferenciam da matéria inanimada. Em sua visão contrária ao atomismo aristotélico, Stahl considera a

<sup>3</sup> Químico e médico alemão (1660-1734), mais conhecido pela teoria de combustão do flogisto, foi um dos grandes representantes da primeira fase do vitalismo, destacando-se como maior opositor do mecanicismo.

<sup>4</sup> From this base Stahl develops a conception of an organised dynamic of matter in living bodies. He criticises Aristotle's atomism. (STOLLBERG, 2019, p. 6)

integração das partes heterogêneas do corpo, a que chama de estado agregado, como matéria corporal vívida, na qual se dá sua funcionalidade, sendo guiada pela alma.

Assim, o homem é igualado à alma vívida. A alma lhe dá vida, é a própria vida e desenvolve uma atividade vívida no corpo. Em oposição à tradição de Descartes – Boerhaave, que enfatiza a base mecânica do corpo e da vida, a posição de Stahl pode ser chamada de vitalismo, porque ele se opõe à tese de que o corpo vivo pode ser reduzido a corpúsculos físicos e suas relações ou funções. Para Stahl, a vida não pode ser explicada pelas partes físicas que formam o corpo, mas supõe-se que um princípio vivo acrescenta vida à matéria, torne os organismos vivos. Assim, o animismo de Stahl pode ser justamente chamado de uma forma de vitalismo, depois que esse termo surgiu. (STOLLBERG, 2019, p. 3)

A alma, para Stahl ([1831 ou 1833], p. 230-474 *apud* WAISSE; AMARAL; ALFONSO-GOLDFARB, 2011, p. 630), rege tanto o estado de saúde quanto o de doença, “[...] a alma causa e regula os movimentos do corpo no intuito de preservar a saúde e, de modo análogo, organiza movimentos similares para restaurá-la [...]”. Como médico, e grande estudioso, suas observações se voltaram para os sintomas das doenças, de forma a compreender a atuação da alma no processo de cura.

De acordo com Stollberg (2019, p. 6), os escritos de Stahl, com essa vertente vitalista inicial, foram publicizados em sua Teoria Médica até 1712, quando seus embates teóricos, introduzidos em Montpellier por François Sauvages de Lacroix (1706-1767) e defendidos por Boerhaave, médico, botânico e humanista neerlandês, marcam então a segunda fase do vitalismo.

O vitalismo, embora não tenha uma forma clara e ao longo do seu percurso histórico tenha se ramificado em várias concepções sobre a força vital, teve seu desenvolvimento mais expressivo na França, uma vez que “[...] na segunda metade do século XVIII, Paris era o ponto de atração de quem quisesse brilhar em alguma área do palco político e intelectual [...]” (WAISSE; AMARAL; ALFONSO-GOLDFARB, 2011, p. 630).

“A escola de Montpellier estava dividida em uma multiplicidade de tendências conflituosas, que variavam entre o animismo de Stahl, introduzido por Sauvages, e o mecanicismo de Antoine de Fizes (1689-1765) [...]” (WAISSE; AMARAL; ALFONSO-GOLDFARB, 2011, p. 627). Essas vertentes se desenvolveram na Faculdade de Medicina francesa de Montpellier, tendo também como colaboradores, conforme Waisse, Amaral e Alfonso-Goldfarb (2011) e Stollberg, (2019), os seguintes teóricos: Antoine de Fizes (1689-1765), Albrecht Von Haller (1708-1777), Louis de La Caze (1705-1765), Gabriel F. Venel (1723-1775), Christoph Wilhelm Hufeland (1762-1836), John Brown (1735-1788), Johann

Friedrich Blumenbach (1752-1840), Friedrich Casimir Medicus (1736 – 1808), Albrecht von Haller (1708-1777), Friedrich Hoffmann (1660-1742).

Esse debate ocorreu no contexto do brownianismo, sistema proposto por John Brown (1780), médico escocês, cuja teoria tinha como base a excitabilidade, cujo “[...] caráter não foi definido nem como material nem como vital [...]” (STOLLBERG, 2019, p. 7), mas como uma força que tinha grande influência nos corpos, como a gravidade de Newton, na medida em que esta pode ser descrita, mas não definida.

Brown (1780 citado por Stollberg, 2019, p. 7) definiu a vida como excitabilidade. Em sua *Elementa medicinae*, ele “[...] diferenciava a vida da não-vida por sua excitabilidade: os excitantes ambientais ou internos produziam atividade e excitação no corpo. Todo ser vivo tem certa quantidade de excitação [...]” (STOLLBERG, 2019, p. 7). Essa excitação poderia variar de acordo com a quantidade que é imprimida nos corpos físicos. Brown postulou uma normalidade de excitação que varia entre a astenia, termo médico usado para configurar perda ou diminuição da força física e a estenia, estado caracterizado pelo excesso de vigor e atividade física.

Essa teoria biológica surgida do século XVIII, supunha que a vida em sua essência não é um estado normal e espontâneo, mas quase um estado artificial, constrangido e mantido por estímulos contínuos, para os quais as condições de saúde seriam diretamente dependentes da dosagem de estímulos, ou seja, do grau de excitabilidade dos órgãos. (TRECCANI, 2019, p.1)

Nessa fase, que ocorre na transição da segunda metade do século XVIII para o século XIX, a característica principal do pensamento sobre a vida é a existência de uma força vital introduzida na teoria médica, em 1772, por Paul-Joseph Barthez (1734 – 1806), que contribuiu muito para o desenvolvimento do vitalismo como forma de explicar mecanismos físicos do corpo humano. A centralidade do homem em questões que vão desde os aspectos morais até os físicos pode ser observada em Barthez (1858, p.1), segundo o qual “[...] a ciência do homem é do maior interesse, por si só, e em relação à arte da cura; independentemente de sua utilidade em moral e metafísica [...]”.

Como forma de fazer avançar a ciência do homem, Barthez (1858) reporta sempre os fenômenos fisiológicos a um princípio vital.

Enquanto a ciência do homem está restrita ao estudo da alma humana, à lógica e à moral, os aspectos físicos do ser humano são implicitamente assimilados à sua natureza ‘animal’ e, conseqüentemente, alocados como objetos da zoologia, que, sendo assim, inclui também a medicina. (WAISSE; AMARAL; ALFONSO-GOLDFARB, 2011, p. 627).

Ao centrar-se no conceito de ciência do homem, Barthez (1858) exerce um papel importante no vitalismo francês. Ele pretende reformulá-lo e ampliá-lo com base na noção montpellerina da integridade do ser humano, como base sólida que possibilitaria a cura para as doenças do corpo humano. À época, ele se opunha à *Encyclopédie*, uma das primeiras Enciclopédias que representava os pensamentos e os ideais do iluminismo francês, que separava os aspectos espirituais e morais dos aspectos físicos do ser humano.

Conforme Waisse; Amaral; Alfonso-Goldfarb (2011, p. 631), Barthez como forma de fundamentar suas ideias acerca da ciência do homem,

[...] serve-se, naturalmente, da metafísica, mas também da física e da mecânica, uma vez que estas fornecem a explicação dos órgãos e de suas funções. Tal afirmação pode surpreender, tendo em vista que a escola de Montpellier considerava irrelevante (e até rejeitava) a inclusão das ciências da matéria bruta no domínio ciências da vida.

Barthez (1806) fortalece a visão dos animistas no embate com os mecanicistas ao corrigir alguns erros. Ele parte da argumentação de que “[...] não se pode atribuir os movimentos voluntários e involuntários do corpo humano apenas à alma. Portanto, há que assumir – ‘dado o estado atual dos nossos conhecimentos’ – dois princípios diferentes, cuja ação não é mecânica e a natureza é oculta para nós: a alma pensante e o princípio da vida [...]” (BARTHEZ, 1806, p.20 *apud* WAISSE; AMARAL; ALFONSO-GOLDFARB, 2011, p. 631). Sendo assim, a matéria viva sofre as influências dessas entidades que não permitem indagações de sua natureza, pelo fato da substância em si ser incognoscível, podendo, portanto, apenas algumas de suas propriedades serem conhecidas.

A compreensão da fisiologia humana se dá pelos princípios de causalidade, entendidos por Barthez como uma corrente de instâncias que se iniciam em Deus, autor da natureza, até os fenômenos perceptíveis pelos sentidos humanos, os quais se desdobram em uma cadeia de forças atreladas às leis primordiais.

O princípio vital, como “[...] independente do mecanismo do corpo e das afecções da alma pensante [...]”<sup>5</sup>, esta por sua vez de natureza oculta, se configura como uma tese defendida por Barthez, desenvolvida nas edições sucessivas de sua obra *Nouveaux éléments de la Science de l’Homme*, corroborando o vitalismo, supondo a existência do princípio da vida separada do corpo que ele anima.

Para contribuir com esse debate, Friedrich Casimir Medicus (1736 – 1808), médico e botânico alemão, proferiu uma palestra em 1766, na Academia de Ciências de Mannheim, sobre

---

<sup>5</sup> Waisse; Amaral; Alfonso-Goldfarb (2011, p. 633)

o tema *Von der Lebenskraft* (Sobre a força vital), problematizando sobre como a alma poderia influenciar o movimento do corpo. Ele analisou os diferentes aspectos que contrapunham Stahl, Sauvages e outros que defendiam a alma como o causador de todos os movimentos do corpo; e Boerhaave, Albrecht von Haller (1708-1777), Friedrich Hoffmann (1660-1742) os quais diferenciavam a natureza da alma e os movimentos do corpo, estes como tendo causas físicas.

A base argumentativa com a qual Medicus objetou Stahl, partiu do questionamento sobre como a alma poderia influenciar o corpo humano, daí suas reflexões fizeram referência aos movimentos involuntários do corpo, como batimentos cardíacos, circulação sanguínea, respiração pulmonar, digestão e outros, alegando que “[...] as principais propriedades da alma eram pensar e agir, enquanto coisas que não eram desejadas ou das quais a alma não tinha consciência, não poderiam ser suas ações [...]” (STOLLBERG, 2019, p. 8). Dessa forma, Medicus formulou sua tese, na qual diferenciava força vital e alma, e fez mediações entre o ligeiro fisicalismo de Boerhaave e o animismo de Stahl.

Essas causas me fizeram seguir minha própria opinião e supor uma substância simples, além da matéria organizada e da alma; uma substância que o criador deu a todos os corpos orgânicos como uma força que traz vida a eles. Essa força está no vegetal e nos reinos animais, a única força que dá vida à matéria organizada. Está presente no homem também, onde causa a todos os animais, ou como outros autores expressam toda a vida mecânica. Mas o homem tem uma alma razoável, além dessa matéria organizada e dessa substância simples, a força vital; uma alma que pensa e quer dentro dele. Assim, acho que o homem consiste de duas substâncias simples, uma alma e uma força vital, e de uma terceira, da matéria organizada. (MEDICUS, 1774, p. 13 *apud* STOLLBERG, 2019, p. 8)

Como forma de condensar mais o debate e, conseqüentemente, o vitalismo dessa época, Johann Friedrich Blumenbach, antropólogo, médico e zoólogo alemão, se destacou na área da craniologia comparada, classificando os seres humanos em raças. Ele inseriu os termos contratilidade, irritabilidade e sensibilidade, juntamente com a *vita própria*, como componentes da força vital. Blumenbach também cunhou o termo *nisus formativo*, no ensaio *Über den Bildungstrieb*, publicado em 1781, que é o correspondente latino para *Bildungstrieb*, “impulso formativo”, “impulso formador”, “impulso de formação”, para se referir a um esforço natural para construir formas. Essa força regula os processos de geração, nutrição e reprodução que se auto-organizam, compondo, assim, o ciclo biológico, causado e alimentado por esse impulso formador.

Nesse ensaio, Blumenbach (1781 citado por CISLAGHI, 2008, p. 176)

[...] nega a possibilidade de apreender e definir a energia ou a força vital dos organismos, apoiando a necessidade de permanecer nos efeitos dessa energia. De fato,

as chamadas forças vitais nada mais são do que nomes para designar os efeitos conhecidos *a posteriori*, dos quais o mais óbvio é precisamente o *nisus formativus*. Diferentemente da visão plástica dos antigos, do *vis essentialis* de Wolff e sobretudo das concepções preformadoras de Haller e Bonnet, Blumenbach atribui à matéria orgânica sua própria força formativa, diferente da inorgânica da qual a vida surge,... Ele então se aventura a trazer de volta a um único esquema descritivo as múltiplas operações que nos vivos são evidência da ação de uma causalidade que parece ser muito particular. Em qualquer caso, a causa da vida não pode deixar de ser obscura, o princípio da geração não pode ser conhecido.

A incapacidade cognoscível da natureza da força vital, ou mesmo princípio formador, são bem patentes nas teses dos autores de maior destaque no vitalismo francês, nessa segunda metade do século XVIII, e isso coloca o critério da infalibilidade produzida nesse contexto como sustentação do vitalismo.

A terceira fase iniciou-se ainda na segunda metade do século XIX, tendo como representante maior o biólogo e filósofo alemão Hans Adolf Eduard Driesch (1867-1941). Ele ficou mais conhecido por seus trabalhos experimentais na área da embriologia e morfologia e por sua filosofia neo-vitalista de enteléquia, também conhecida como teleológica ou teoria teleológica da enteléquia. Essa teoria estaria voltada para a propriedade determinante da singularidade da vida. A concepção de vida nessa terceira fase estaria voltada para o poder auto-organizador da matéria, enquanto a natureza se valeria pela organização como um todo. De acordo com Stollberg (2019, p. 16), com Driesch e Roux a morfologia ganha destaque no campo do vitalismo, no qual ambos se valeram de experimentos nessa área.

Ainda para Stollberg (2019), Driesch traça sua concepção de vitalismo alinhado às ideias de Immanuel Kant (1724 – 1804), bem desenvolvidas na *Crítica do Juízo*, e se opõe à força vital, tal como figurava na primeira e segunda fase do pensamento vitalista. Sua teoria propunha e explicava a vida pela combinação de mecanismos físicos e químicos e pela potência auto-organizadora atribuída à força vital. A natureza apresentava um equilíbrio dinâmico que culminava com a auto-organização da vida que era governada, segundo Kant (1790 *apud* STOLLBERG, 2019, p. 9), por três forças em três níveis: a biogênese, por uma força vital; a ontogênese, por um impulso à formação; e a filogênese, por uma força de desenvolvimento. Essas forças reagiriam entre si a fim de cumprir uma finalidade objetiva, a qual culmina com o aspecto teleológico esboçado por Aristóteles.

Em um de seus experimentos, Driesch estudou embriões de ouriço-do-mar e descobriu que, ao separar as duas células do embrião, após a primeira divisão celular, cada uma se desenvolveu em um ouriço do mar completo. O resultado desse experimento refutou à época o pré-formacionismo de Wilhelm Roux (1850 – 1924), cuja teoria consistia em atribuir ao ovo o

desenvolvimento das potencialidades imanentes que resultariam apenas no aumento de tamanho do ser em miniatura contido nesse ovo.

Em outro experimento Driesch observou também que intestinos de organismos marinhos quando cortados, poderiam reconstruir a si próprios por inteiro. As observações desses experimentos juntamente com os desenvolvimentos da função matemática que serviriam de base a ciências naturais, o levaram a considerações de cunho filosófico cuja problematização seria: “como a ordem pode reconstruir-se a partir da ordem perturbada. Essa habilidade chamou Driesch de “potência prospectiva”, e em relação a essa potência ele falou de autorregulação [...]” (DRIESCH 1895 *apud* STOLLBERG, 2019, p. 8).

Para Driesch (1985), o evento da auto-reconstrução das partes cortadas do intestino não é um evento mecânico, mas especificamente vital. Tal pressuposto ignora seus mecanismos físicos de reconstrução, certamente pela ausência nesse período de métodos eficazes dentro do viés fisicalista que pudesse explicar, a contento, tal capacidade totipotente<sup>6</sup> da reconstrução das partes de organismos envolvida em seu experimento.

Essa potência, segundo Stollberg (2019, p. 8), estaria relacionada a princípios de causalidade, que foram identificadas como: causalidade mecânica, que é dirigida para a sequência de estados singulares; a causalidade que forma as coisas, aquela que gera mudanças; e, finalmente, a causalidade que forma entidades inteiras por enteléquia.

Na França, em meados dos anos 1907, em um contexto em que a filosofia adotava métodos positivistas e materialistas, o filósofo católico Henri Bergson (1859-1941), em sua concepção evolucionista, tensionada pela “virtualidade e realidade” (STOLLBERG, 2019, p. 8), interpretou a realidade a partir da unidade da vida, que é o *élan vital* ou impulso vital, o poder básico da vida que luta contra a matéria como forma de produzir novas criaturas.

---

<sup>6</sup> Essa palavra guarda grande relação com os experimentos do próprio Hans Driesch, que propõe a “potência prospectiva” e, hoje em dia, o termo totipotência é largamente utilizado nos livros didáticos de biologia, significando a capacidade de uma “[...] única célula, geralmente uma célula-tronco, se dividir e produzir todas as células diferenciadas no organismo, incluindo os tecidos extraembrionários [...]” (CAMPBELL, 2010, p. 1361). Conforme Gilbert e Barresi (2019, p. 594), “[...] Driesch procurou estender sua pesquisa realizando experimentos de isolamento em que blastômeros de ouriço-do-mar eram separados uns dos outros por agitação vigorosa (ou, mais tarde, colocando-os em água do mar sem cálcio). Para a surpresa de Driesch, cada um dos blastômeros de um embrião de 2 células se desenvolveu em uma larva completa [...]”. Driesch observou, então, que, ao separar as células dos embriões de ouriço nos primeiros estágios de desenvolvimento, estes poderiam reconstruir-se em organismos inteiros. A palavra Totipotente, conforme Faria (1962, p. 1009, p. 773) tem tradução no latim (*totus*-, a, um, todo, inteiro; *potentia*, força, poder) e no alemão *Leistung*, citado nos escritos de Hans Driesch, e que sugere a ideia inicial do uso do termo potência prospectiva na morfologia. Já, para Abbagnano (2007, p. 782), a potência, em geral, vem de um princípio ou a possibilidade de uma mudança qualquer. A definição do termo, conforme Abbagnano, foi dada por Aristóteles, que distinguiu este significado fundamental em vários significados específicos, mais precisamente como a capacidade de realizar mudança em outra coisa ou em si mesmo.

Para Bergson, a noção de vida mistura dois sentidos opostos, que devem ser diferenciados e depois conduzidos a uma unidade genuína. Por um lado, fica claro, a partir dos trabalhos anteriores de Bergson, que a vida é o movimento temporal absoluto informado pela duração e retido na memória. Mas, por outro lado, ele mostrou que a vida também consiste nas necessidades práticas impostas ao nosso corpo e que explica nosso modo habitual de conhecer em termos espaciais. (LAWLOR e MOULARD-LEONARD, 2019)

A vida, para Bergson (2005), se relaciona com as mudanças que ocorrem dimensionadas no processo evolutivo. Essas mudanças conferem o que Bergson chama de complexificação, ou seja, o fenômeno da evolução que se dá do simples impulso vital original para diferentes espécies, indivíduos e órgãos. Ele critica o mecanicismo e o finalismo rigoroso, os quais não podem dar conta de forma satisfatória dos fenômenos de mudança que caracterizam a vida. Exceção se faz ao princípio vital como certa forma de finalismo, que

[...] explicaria adequadamente a criação da vida, ao mesmo tempo em que permitiria a diversidade resultante da criação. Se existe um *telos* para a vida, então deve estar situado na origem e não no final (contra o finalismo tradicional), e deve abraçar toda a vida em um único e indivisível<sup>7</sup>. (LAWLOR e MOULARD-LEONARD, 2019).

Para Lawlor e Moulard-Leonard (2019), depreende-se do pensamento Bergsoniano o instinto e a inteligência como tendências divergentes que explicam a evolução. Bergson chega a essa distinção fundamental considerando os diferentes modos pelos quais as criaturas agem e conhecem o mundo externo.

Bergson (2006) cunhou um método de conhecimento filosófico: o método intuitivo, que está relacionado com a duração, ou seja, a fluidez do tempo de forma indivisível, não especializado, configurando-se como Tempo Bergsoniano. Segundo Ribeiro (2013), essa duração constitui a essência do ser que está presente em todos os aspectos da realidade, desde a consciência até o ser metafísico. Essa essência se “[...] identifica com o tempo não intelectualizado; ela não é sucessiva nem justaposta, nem mensurável, nem tampouco sujeita a uma espacialização, seja por intermédio dos símbolos, da linguagem, ou da própria ciência [...]” (RIBEIRO, 2013, p. 153). Dessa forma, essa essência acessa a realidade, ou o absoluto das coisas, numa apreensão pelo espírito, para adentrar nos objetos e conhecê-los em sua totalidade. Esses aspectos se tornam importantes na compreensão da natureza da vida, uma vez que Bergson (2005, p. XII) chama atenção para a forma “[...] mecanicista que o entendimento

---

<sup>7</sup> [...] that would adequately account for the creation of life while allowing for the diversity resulting from creation. It is the idea of an original vital principle. If there is a *telos* to life, then, it must be situated at the origin and not at the end (contra traditional finalism), and it must embrace the whole of life in one single indivisible embrace (contra mechanism)

sempre nos dará dela, representação necessariamente artificial e simbólica, uma vez que restringe a atividade total da vida à forma de uma certa atividade humana [...]”.

A inteligência para Bergson (2005) se ocupa da análise, decodificando o objeto, funcionando “[...] através da redução dos objetos estudados a elementos já conhecidos; traduz ao mesmo tempo em que cristaliza a realidade movente em símbolos para extrair deles os pontos de vista e as interpretações que lhe auxiliarão a ter a visão mais ampla e completa do real [...]” (RIBEIRO, 2013, p. 96).

Assim, a conotação de espaço e tempo são diferenciados na filosofia de Bergson, e orientam a duração (tempo uno, interpenetrado, indivisível) como importante elemento de sua filosofia, não podendo ser percebido nos moldes da filosofia materialista, mas sim pela intuição filosófica, pela energia espiritual do homem, uma vez que o homem dota-se de sua espiritualidade que coincide com a intuição e, por sua vez, com a própria vida. Nessa constituição, a filosofia, para Bergson (2005, p. 290), nos introduz na vida espiritual e ao mesmo tempo nos mostra a relação da vida do espírito com a vida do corpo, fazendo com que se adentre no movimento constituinte do ser, atingindo a sua substancialidade movente.

Dessa forma, Bergson (2005), pautado em sua filosofia intuitiva, revitalizou a força vital como *élan vital*, no início do século XIX.

Não podemos negar as formas diversificadas do vitalismo na abordagem dos mecanismos que explicariam as funções básicas dos seres vivos. No entanto, a dificuldade em explicá-los remetia-os à metafísica. O percurso histórico do vitalismo revela momentos de queda e renovação. Em 1904, o filósofo natural J. Reinke diferenciava entre um antigo e um novo vitalismo. O antigo ele caracterizou pela concepção de uma força vital; o novo, que ele também chamou de finalismo, era sobre “[...] as forças imanentes, que constroem o próprio organismo [...]” (REINKE, 1904, p. 589 *apud* STOLLBERG, 2019, p. 11).

O declínio do vitalismo se deu, conforme Mayr (2008, p. 34), por causa de quatro fatores diferentes: 1º) o vitalismo era visto mais como conceito metafísico do que científico, pela ausência de métodos científicos que pudessem explicar os princípios básicos da organização da vida; 2º) a crença de que os organismos eram constituídos de uma substância especial diferente da matéria inanimada, a qual foi rebatida com as descobertas das moléculas, membranas e organelas celulares na composição da célula; 3º) as tentativas de demonstrar a existência de uma força vital não material falharam, uma vez que as explicações de cunho físico-químico dos processos fisiológicos e do desenvolvimento não deixaram resíduos inexplicados que requeresse uma interpretação vitalista. E, por fim: 4º) foram desenvolvidos novos conceitos na área da biologia, envolvendo a genética e darwinismo para explicar os

fenômenos que costumavam ser considerados como provas do vitalismo. Esses campos tiveram sucesso em oferecer interpretações válidas para os fenômenos que, até então, eram inexplicáveis pelos vitalistas, a menos que recorressem a uma substância ou força vital.

## 2.2 Fisicalismo

Podemos entender o fisicalismo como uma tese metafísica de acordo com a qual as diversas áreas do conhecimento devem elevar a física à condição de um paradigma científico universal em que “[...] tudo que ‘existe’ ou tudo o que é ‘real’ no mundo espaço-temporal é um ‘fato físico’ ou uma ‘entidade física’ em que as ‘propriedades’ dos fatos físicos ou são propriedades físicas em si, ou são propriedades ‘constituídas/realizadas/compostas’ por propriedades físicas [...]” (ZILIO, 2010, p. 219).

Papineau (2000, p. 178) defende que há, no fisicalismo, um argumento empírico crucial que diz serem os efeitos físicos devidos a causas físicas e, portanto, essas causas, por gerarem efeitos físicos, devem ser elas mesmas físicas. Dessa forma, todos os aspectos da realidade adquirem plena inteligibilidade e concretude se analisados como realidades físicas, assumindo a posição de que tudo que existe ocorre dentro dos seus limites e possibilidades, condicionadas pela própria interação dos elementos físicos que formam o meio.

Para Stoljar (2019, p. 3), o fisicalismo, às vezes, é conhecido como “materialismo”. Na verdade, em uma vertente do uso contemporâneo, os termos ‘fisicalismo’ e ‘materialismo’ são intercambiáveis, contudo, ambos têm históricos diferenciados. O termo fisicalismo foi introduzido por Otto Neurath (1882-1945), um filósofo da ciência, sociólogo e economista político austríaco, juntamente com Rudolf Carnap (1891-1970), outro filósofo alemão, em meados de 1931, ambos membros importantes do círculo de Viena<sup>8</sup> (1922-1936), um grupo de discussão constituído por cientistas e filósofos com o objetivo de criar uma nova filosofia da

---

<sup>8</sup> O Círculo de Viena (do alemão: *Wiener Kreis*) foi um grupo de filósofos que compreendia, entre outros, Kurt Gödel, Philipp Frank, Friedrich Waissmann, Otto Neurath, Rudolf Carnap e o professor Moritz Schlick, da Universidade de Viena. Esses filósofos frequentaram a Universidade de Viena entre os anos de 1922 e 1936, publicaram um manifesto em 1929, com o título “*Wissenschaftliche Weltauffassung*” (“concepção científica de mundo”, em tradução nossa), sabidamente redigido por Neurath, Carnap e Hans Hahn. Esse manifesto tinha como objetivo maior refletir sobre como a ciência chega ao conhecimento do mundo, examinando, para isso, os fundamentos e os métodos da ciência. No primeiro tópico, são resgatados os antecedentes históricos, citando aspectos que confrontam o pensamento metafísico. No segundo tópico, intitulado “Concepção científica de mundo”, são tratados os aspectos dos diferentes conhecimentos, tendo, porém, o objetivo de uma ciência unificada. Um dos principais objetivos do Círculo de Viena era dar conta da objetividade e inteligibilidade do método e dos conceitos científicos, além de constatar a superação da metafísica, reconstruindo inclusive a própria filosofia sob essas novas bases teóricas. Dentre os movimentos correntes influenciados pelo Círculo de Viena, estão: a tradição empirista britânica, iluminismo e utilitarismo.

ciência (positivismo lógico), diferindo o científico do não científico a partir das críticas à metafísica. Eles corroboram na aceção do termo com “[...] base no caráter físico da linguagem e sua capacidade de valer como linguagem universal: a linguagem da física [...]” (STOLJAR, 2019, p. 464).

Por certo, o aspecto linguístico assume um papel importante na estruturação do pensamento filosófico em Neurath, de forma a conduzir a “[...] tradutibilidade das proposições significantes para uma proposição da física [...]” (*Ibid.*, p. 464). Sendo assim, essa concepção se configura, conforme Stoljar (2019), como uma tese linguística, na qual toda afirmação é sinônimo de uma afirmação física, o que a diferencia do materialismo<sup>9</sup>.

Para Stoljar (2019, p. 1), a ideia do fisicalismo está associada à natureza do mundo real (ou seja, o universo e tudo que nele existe), tendo como condição necessária que essa existência seja de ordem física, erigida por leis mecânicas que atuam sobre a matéria, incapaz de se auto-organizar espontaneamente. Diante dessa concepção, não seria possível a existência da vida sem a materialidade, e a vida não seria mais que uma forma particular de organização de matéria, cuja origem e destruição obedecem a leis físicas determinadas. Essa corrente vê a natureza como um mecanismo arquitetado por leis precisas e rigorosas; e a vida se manifestando através da regularidade dos seus fenômenos e compreendida a partir de um quadro conceitual mecanicista que permite pensar os seres vivos como máquinas.

Tal concepção tem como base teórica as ideias proferidas pelo círculo de Viena. Essa escola lança mão de certo monismo ontológico para definir a realidade, ligando o conhecimento à experiência intersubjetiva dos objetos presentes no mundo. Essa concepção se colocou como referência desse círculo, que pregava a unidade das ciências, visando estabelecer uma rede de cooperação com base nos métodos de investigação e análise científicos, tendo na linguagem uma possibilidade de unificação lógica da ciência.

Para Cunha (2018),

---

<sup>9</sup> O materialismo é uma corrente de pensamento que defende a precedência da matéria sobre espírito, a consciência, a alma, e se mostra como um caminho para explicar a constituição da realidade, diferente da corrente do idealismo, que prega o seu inverso. Ou seja, trata-se de uma das questões fundamentais que a filosofia enfrenta. E por conta de todas as suas formas historicamente identificáveis, o materialismo guarda em si uma discussão complexa com diversas matizes e, portanto, inacabada, não se configurando como foco dissertativo da presente tese. Para Stoljar (2019, p. 3), esse termo atribui causalidade apenas à matéria e é comumente permutável com o fisicalismo. Os positivistas do século XIX, no entanto, distinguiam um termo de outro como sendo tese metafísica e tese linguística respectivamente. Todavia, os filósofos contemporâneos invalidaram essa distinção. Outros filósofos concebem essa distinção com base em outros critérios, como a própria definição em que para os materialistas tudo era matéria, “[...] uma substância inerte e sem sentido, na qual subsistem extensão, figura e movimento [...]” (BERKELEY, 1710 *apud* STOLJAR, 2019, p. 1). Já para o fisicalismo, nem tudo era matéria como a força gravitacional. Nesse contexto, o uso do termo fisicalismo, embora seja incomum entre as doutrinas metafísicas, guarda um compromisso com a ciência, principalmente a física.

O projeto do fisicalismo, como o encontramos na obra de Rudolf Carnap na primeira metade dos anos 1930, apresenta-se como a tese de que todos os enunciados dos diferentes ramos da ciência podem ser traduzidos em sentenças que tratam apenas de objetos físicos, corpos materiais localizáveis no espaço e no tempo. (CUNHA, 2018, p. 1)

Essa concepção foca no aspecto linguístico e na lógica matemática, mesmo considerando as especificidades das diferentes ciências, cujos “[...] objetos de cada uma delas pudessem ser relacionados por meio de tradução a objetos físicos construídos logicamente em uma linguagem, a chamada linguagem fisicalista [...]” (CARNAP, 1995 [1931] *apud* CUNHA, 2018, p. 1). Para evitar o reducionismo das várias ciências à física, essa linguagem ficou depois conhecida como linguagem das coisas para “[...] enfatizar que se trata de objetos cotidianos, os corpos materiais à nossa volta [...]” (CARNAP, 1936/7, p. 466 *apud* CUNHA, 2018, p. 2).

Nesse sentido, a linguagem fisicalista se apresenta como um mecanismo de correspondência ou equivalência, sem mudança de conteúdo entre as proposições dos vários ramos da ciência e as proposições da física.

Papineau (2000, p. 174), em sua obra, considera o fisicalismo contemporâneo como uma doutrina ontológica ao invés de metodológica, alegando que tudo é constituído fisicamente, marcando, assim, um contraste com as doutrinas da unidade da ciência provenientes do positivismo lógico. Nessa definição, o autor relembra que houve uma mudança significativa no entendimento sobre o fisicalismo, de forma que muitos filósofos analíticos da primeira metade do século XX se convenceram de que tudo é físico. Tal explicação se deve à ocorrência de elementos não físicos, motivados pela psicologia e fundamentados por Hempel (1974), filósofo alemão, e Ayer (1910 – 1989) educador e filósofo britânico, ao argumentarem que razões são causas. “[...] Com isso, eles queriam dizer que as explicações psicológicas são sustentadas por generalizações empíricas, implícitas no pensamento cotidiano, que vinculam estados psicológicos como crença e desejo ao comportamento subsequente [...]” (PAPINEAU, 2000, p. 175, tradução nossa).

Como vimos, Papineau (2000), para sustentar o fisicalismo, pautou-se na premissa do argumento crucial ou completude do mundo físico, cujas evidências só se tornaram claras na primeira metade do século XX. Antes, essa premissa não era sustentada pela teoria científica e, portanto, não estava disponível como base para argumentos filosóficos. Essa premissa, segundo Kim (2005, p.15) afirma que se um evento físico possui uma causa no tempo  $t$ , então ele possui uma causa física em  $t$ , ou seja, todo fenômeno físico tem de possuir uma causa física, estando, por uma questão de princípio afastada de qualquer causa de natureza não-física.

### 2.2.1 O florescimento do fisicalismo

Mayr (2008, p. 21) aponta que as primeiras tentativas de produzir uma explicação natural do mundo podem ser encontradas na filosofia de vários pensadores gregos, como Platão, Aristóteles, Epicuro e outros. No entanto, esse pensamento inicial não avançou em séculos posteriores devido ao ensinamento das escrituras, que atribuía tudo na natureza a Deus e suas leis.

O florescimento do fisicalismo se deu a partir da refutação aos vitalistas, que delegavam os fenômenos da vida a uma força vital exterior e aos componentes físicos e químicos dos organismos. O movimento fisicalista, para Mayr (2008, p. 24), chegou no século XIX em duas ondas bem definidas: a primeira se deu como reação ao vitalismo moderado, adotado por Johannes Muller e Justus von Liebig e de quatro estudantes: Hermann Helmholtz (1821-1894), matemático, médico e físico alemão; Emil Dubois-Reymond (1818-1896), fisiologista alemão; Ernest Bruckee (1819-1892), psiquiatra e psicólogo alemão; e Matthias Schleiden (1804-1881), botânico alemão, co-fundador da teoria celular.

Johannes Muller (1801-1858) foi biólogo, fisiologista e anatomista alemão, e Justus von Liebig (1803 – 1873) foi químico e professor. Nessa onda, os feitos de seus estudantes trouxeram importantes contribuições ao fisicalismo, ao explicar determinados processos, principalmente voltados à fisiologia, como Helmholtz (1821-1894), que “[...] eliminou a conotação vitalista do ‘calor animal’” (MAYR, 2008, p. 24); e Du Bois-Reymond (1818-1896), que se consagrou como uma das personagens mais importantes da segunda metade do século XIX, ao descobrir o potencial de ação como explicação física para o funcionamento dos nervos, desfazendo então o mistério da fisiologia nervosa explicada pelos vitalistas como “calor animal” (MAYR, 2008, p. 24). Para Mayr (2008), esse experimento, apoiado em instrumentos criados por eles mesmos com capacidade para medições precisas, visava descartar a existência de uma força vital, mostrando que o trabalho poderia ser convertido em calor sem deixar resíduo.

Nesse contexto de refutações ao vitalismo, Matthias Jakob Schleiden e Theodor Schwann<sup>10</sup> (1810-1882), fundaram a teoria celular que define as células como unidades estruturais básicas e fisiológicas de todos os organismos, além de serem entidades distintas e blocos construtores de organismos complexos. Tal feito contribuiu com explicações de cunho fisicalista da vida. Entretanto, tal teoria não explicava a origem da célula, no momento em que

---

<sup>10</sup> Fisiologista alemão com importantes contribuições na embriologia, funcionamento de músculos e células nervosas, criador do termo metabolismo

o pensamento corrente era o da geração espontânea segundo a qual a vida surgiria a partir da matéria não viva. Esse pensamento foi refutado pelo experimento de Louis Pasteur (1822-1895), cientista francês com grandes contribuições para a microbiologia, criação de vacinas etc., provando que a vida surge de vida preexistente.

A segunda onda, que teve início por volta de 1865, tem como seus maiores representantes os seguintes estudiosos: Carl Friedrich Wilhelm Ludwig (1816-1895), professor e fisiologista; Julius von Sachs (1832-1897), botânico; e Jacques Loeb (1859-1924), que foi um fisiologista e biólogo alemão naturalizado americano, cujos estudos, bem como invenções de instrumentos como o quimógrafo que o auxiliaram em diversas pesquisas e descobertas, principalmente na área de fisiologia, permitiram o registro da pressão arterial e a bomba de sangue que possibilitou o estudo sobre os gases dissolvidos no sangue.

Esses estudiosos, em suas pesquisas, puderam perceber com maior nitidez os mecanismos de ação que explicariam o funcionamento de várias estruturas dos seres vivos. Dessa forma, se descartava a existência de uma força vital que guiaria os processos vitais.

O embate das duas correntes se intensificava, principalmente quando incoerências na concepção de vida eram percebidas de ambos os lados. Para Mayr (2008, p. 25), a misteriosa força invocada pelo vitalismo ao mesmo tempo em que era criticada pelos fisicalistas mantinha, através dos termos, energia e movimento<sup>11</sup> empregados em seus experimentos, fatores igualmente misteriosos e, portanto, não explicativos em sua totalidade. Mayr, ainda criticava as frases vazias nas definições de vida e descrições de processos vitais pelos fisicalistas da época.

Para muitos fisicalistas, um enunciado vitalista inaceitável tornava-se aceitável quando a força vital era substituída pelo termo igualmente indefinido ‘energia’. Wilhelm Roux (1895), cujo trabalho fez a embriologia desabrochar afirmou uma vez

---

<sup>11</sup> Os conceitos de energia e movimento hoje em dia são bem mais delimitados e consensuados no campo da física, química e biologia, porém, seu significado sofreu variação ao longo da história. A palavra energia tem origem etimológica do grego *energeia*, “[...] cujos significados dados pelo léxico histórico ‘Termos Filosóficos Gregos’ são: funcionamento, atividade, acto, actualização [...]” (PETERS, 1977, p. 73 *apud* VALENTE, 1993, p. 16). O estatuto conceitual da palavra energia relaciona-se ao binário *dinamys/energeia* da metafísica Aristotélica. Para Aristóteles, a ideia de transformação já estava associada à energia juntamente ao “[...] movimento como a realização do que está em potência [...]” (SANTOS, 2013, p. 113). Para melhor explicar isso, ele desenvolve uma teoria do movimento que tem como base os conceitos de ato e potência, unindo-os numa síntese explicativa da realidade sensível, através dos diálogos entre Heráclito e Parmênides, garantindo ainda a existência concreta do ser, sem negar, contudo, o movimento presente na natureza. Para “[...] Aristóteles o movimento é definido como a realização do que está em potência [...]” (*ibid.*, p. 113), em outras palavras, “[...] o ato é o princípio ativo determinante e a potência a capacidade de realização [...]” (*ibid.*, p. 116). O movimento não pode existir fora dos objetos. “[...] Embora as teorias físicas atuais sejam bem diversas da cosmologia e da metafísica de Aristóteles, e não mais se acredite num cosmos fechado e imutável, sua tese explicativa do movimento e da mudança como passagem da potência ao ato, em que podem ser modificadas as formas e a disposição da matéria, sem que seja alterada a quantidade total dos componentes, parece aproximar-se de teorias científicas mais recentes [...]” (SANTOS, 2013, p. 113).

que o desenvolvimento de um organismo é ‘a produção da diversidade devido à distribuição desigual de energia (MAYR, 2008, p. 25).

“Naquela época, a maioria dos fenômenos no mundo inanimado<sup>12</sup> e vivo ainda não era explicada em termos de causas naturais, e Deus ainda era considerado a causa última de tudo [...]” (MAYR, 2005, p. 226). Refutar o pensamento mágico fortemente consolidado nos séculos anteriores exigiu explicações plausíveis dos fenômenos físicos e químicos correntes na parcela viva da matéria, o que por sua vez eliminou em grande parte a confiança no sobrenatural, teleológico, cujo mundo se fazia governar por leis divinas e, por serem assim, eram apreendidas como universais. Esse movimento só foi possível com a expansão vigorosa da ciência, entre os séculos XVI e XVII, tendo na física um forte alicerce. De acordo com Mayr (2015, p. 258), “[...] a física com fundamentação matemática se tornou a ciência exemplar a partir de Galileu e Newton e outros cientistas da revolução científica [...]”.

Nessa linha, Bronowski (1990, p. 59), aponta que a “[...] matemática [...] se coloca como a representação simbólica de relações lógicas ou outras igualmente abstratas [...]”. Sendo assim, a matemática, por meio dos seus axiomas, mostra ter ampla importância para o fisicalismo e conseqüentemente para a ciência.

No processo de produção de conhecimento, a ciência moderna, como forma de valer-se enquanto conhecimento público verdadeiro e confiável, teve na linguagem matemática seu alicerce teórico dos métodos de investigação e comunicação, permitindo a consensuabilidade, cuja linguagem não poderia permitir ambigüidades, equívocos e nem obscurantismo. Dessa forma, tornou-se possível postular sistemas teóricos<sup>13</sup> amplos e consensuados que pudessem explicar os fatos reais do mundo por meio de uma estrutura lógica, precisa e bem delimitada.

O passo final na formalização da linguagem é transformá-la em matemática. À medida que cada palavra na linguagem vai sendo definida com mais precisão, seu sentido específico passa a ser encontrado em suas relações com outras palavras; tais relações adquirem a força de axiomas (ZIMAN, 1977, p. 28).

---

<sup>12</sup> Proveniente do termo alma que, por sua vez, é derivado do latim *anima*, significando para Abbagnano (2007, p. 27) um “[...] princípio da vida, da sensibilidade e das atividades espirituais, enquanto constitui uma entidade em si, ou substância [...]”. Ainda para o autor, o significado desse termo ganha diferentes visões por meio de vários filósofos ao longo do tempo. Para Platão, a alma se move por si, o que o faz diferenciar respectivamente corpos inanimados de animados, sendo este o movimento do corpo que provém do seu interior, e para aquele, um movimento que lhe é impresso de fora, portanto, vindo do exterior. Importante frisar que esses termos são largamente utilizados no ensino de biologia para diferenciar a matéria viva da não viva, sendo, por vezes, ao se considerar uma possível correspondência, utilizados como seres brutos e seres vivos.

<sup>13</sup> Mesmo que o corpo geral do conhecimento científico deva consistir de “[...] fatos e princípios firmemente estabelecidos e aceitos [...]” (ZIMON, 1977, p. 18), o paradigma científico moldado no conjunto relativamente coerente de crenças não está independente do conhecimento objetivo, o que permite sua falibilidade.

Ainda, para Ziman (1997, p. 28), a matemática é a linguagem ideal para a comunicação científica, pois, pela sua própria essência, ela é inequívoca e universalmente válida, o que a torna desejável e, portanto, consensível. No entanto, mesmo colocando à prova sua validade, Ziman aponta as possibilidades de paradoxos e ambiguidades em seus fundamentos que não podem ser resolvidos pela simples análise formal. Mesmo assim, depositou-se na logicidade uma condição necessária, porém não suficiente para a comunicação intersubjetiva. Dessa forma, a ciência buscou valer-se de outros princípios rigorosamente analisados, validados e compartilhados pela comunidade científica.

A matemática exerce uma função intelectual na ciência, influenciando nas estratégias de pesquisa e no conteúdo do conhecimento. Para Mayr (2005, p. 33), a matemática se consolidou como uma marca registrada da verdadeira ciência, desempenhando um papel importante e com maior visibilidade na ciência de Galileu, quando este diz que o fenômeno natural,

[...] não pode ser entendido a não ser que primeiro se aprenda a compreender a linguagem e ler os caracteres em que está composto. Ele é escrito na linguagem da matemática, e seus caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas, sem os quais é humanamente impossível entender mesmo uma única palavra nele; sem eles vagamos em um labirinto escuro. (GALILEU, 1632 *apud* MAYR, 2005, p. 22).

A física, ao se apoiar na matemática como campo teórico de formulações axiomáticas, propiciou o surgimento de novas ciências que foram desenvolvidas deliberadamente para explorar os métodos matemáticos, tais como metalurgia, mecânica, astronomia, engenharia, economia, dentre outras. Os mecanismos de funcionamento do universo, por exemplo, seriam mais bem aceitos se pudessem provar e prever quaisquer desses fenômenos, o que só foi possível com os primeiros postulados da mecânica naquela época.

Com base na matemática, muitos fenômenos da natureza podiam ser explicados e mensurados pela física, de forma a contribuir na construção de um modelo teórico sistematizado que iria, por sua vez, possibilitar o surgimento da chamada revolução científica, no século XVI.

Corroboramos a definição abrangente e pragmática de Mayr (2005, p. 20), quando diz que “[...] ciência é o esforço humano para alcançar um entendimento melhor do mundo por observação, comparação, experimento, análise, síntese e conceitualização [...]”. Mayr, considerando a diversidade do uso da palavra ciência, critica seu emprego de forma enganadora, quando abrange áreas que não condizem com seus métodos de investigação e análise. Da mesma forma, é enganador quando alguns físicos e filósofos fisicalistas restringem-na de forma extrema à física fundada na matemática.

Esse aspecto se mostra importante, uma vez que a biologia como ciência surge contrariando o modelo reducionista proposto pela mecânica, fortemente presente à época. Imerso nesse modelo teórico, DuBois-Reymond (1872 *apud* MAYR, 2008, p. 25) escreveu que a compreensão da natureza “[...] ‘consiste em explicar todas as mudanças no mundo como produtos do movimento dos átomos’ [...], ou seja, reduzindo os processos naturais à mecânica dos átomos<sup>14</sup> [...]”. Dessa forma, tal “[...] modelo de ciência levou à crença de que os organismos não são diferentes da matéria inerte [...]” (MAYR, 2008 p.54).

### 2.2.2 A ciência e o fisicalismo

Diante de uma vasta literatura que aborda a ciência em seu leque variado de matizes, significados, intenções e características, tem-se tornado possível delinear alguns aspectos como sua origem, seus pressupostos, seus métodos, bem como sua importância na construção de conhecimentos que se pretendem confiáveis e verdadeiros, instaurados na perspectiva teórica e no quadro conceitual que lhes foi proposto, além de se constituir, de modo geral, como um desafio ao benefício da humanidade e, conseqüentemente, da própria ciência em ser um agente de transformação social.

Poderíamos argumentar, conforme Mayr (2008, p. 226), que a ciência se originou em épocas iletradas, quando as pessoas lançavam questões acerca dos fenômenos naturais, gerando representações de mundo ao buscarem compreensão sobre o universo, o espaço, o tempo, a vida e seus processos e transformações, dentre outros fatores. Para o autor, o que os filósofos faziam na Grécia e nas colônias jônicas da Ásia Menor e do sul da Itália era ciência rudimentar, época em que as causas divinas se firmavam como causas últimas, consolidando crenças sobre fenômenos cuja compreensão evocava forças sobrenaturais. Entretanto, “[...] se aceita de maneira generalizada que a chamada revolução científica dos séculos XVI e XVII, descritas por Galileu, Descartes e Newton, foi o início real do que hoje é chamado ciência [...]” (MAYR, 2008, p. 226).

Naquela época, tanto a mecânica quanto a astronomia eram consideradas áreas de estudo, sem que essa denominação correspondesse ao sentido da palavra ciência. Porém, ela passou a ser mais utilizada a partir da efervescência da vida intelectual, logo após a Idade

---

<sup>14</sup> Apesar de muitas tentativas dos fisicalista em explicar o movimento dos átomos com base na energia, elas se mostraram malogradas, o que serviu de forte argumento pelos vitalistas, visto que algo precisaria dar direção a esse movimento, como a força vital tão enfatizada por eles.

Média. De acordo com Mayr (2008, p. 233), a palavra de origem inglesa *science* foi introduzida por William Whewell, (1794-1866), inglês, filósofo, teólogo e historiador da ciência, em 1840. Ele, além de ter feito a primeira sistematização histórico-filosófica da ciência, também cunhou o termo cientista para aqueles que antes eram chamados de filósofos naturais. Entretanto, nos séculos XVI, XVII e XVIII, épocas em que ocorreu a revolução científica, o termo ciência foi concebido de várias maneiras.

Galileu, por exemplo, adotou a mecânica como base para qualificar a ciência da época, e se apoiou fortemente na matemática como linguagem apropriada para compreender os fenômenos da natureza. Para Mayr (2008, p. 259), “[...] a física com fundamentação matemática se tornou a ciência exemplar para Galileu, Newton e todos os outros gigantes da revolução científica. Essa interpretação de cunho fisicalista dominou o pensamento dos filósofos da ciência, assim permanecendo pelos 350 anos subsequentes [...]”.

Nessa direção, Ladrière (1978, p. 41), ao abordar a justificação epistemológica e metafísica da ciência, nos diz que ela não se configura como uma descrição direta do mundo, mas como uma reconstituição do mundo por meio das figuras ideais da geometria.

Todavia, definir ciência esbarra em uma série de obstáculos que dificultam que qualquer concepção proposta seja abrangente e aceita de forma unânime pelos filósofos da ciência. Dentre esses obstáculos, poderíamos citar a complexidade do tema, a falta de acordos entre as definições e a própria incompletude da definição. Porém, muito mais do que uma instituição, a ciência sinaliza para um conjunto de eventos que envolvem cientistas e os seus produtos, concepções, fundamentações, critérios, dentre outros condicionantes igualmente importantes.

De um modo geral, a ciência vem se configurando, conforme Ziman (1977, p. 13), como um produto histórico e consciente de um empreendimento humano coletivo, abrangendo um conjunto de conceitos provenientes de experimentos e observações, conhecimentos empíricos, teóricos e práticos através de métodos sistematizados e validados na comunidade científica, cujas contribuições são ampliadas pela crítica mútua e pela cooperação intelectual. Por ser uma construção mental de sistemas explicativos da realidade objetiva, no qual o fisicalismo se apoia, como também sobre aquilo que pode ser inferido, busca-se sempre manter a realidade observada como critério de legitimação.

A partir de Ziman (1977, p. 13), podemos falar de um modelo simplificado de ciência cuja meta é o consenso de opinião racional sobre o campo mais amplo possível. Dessa forma, impõe-se à “[...] ciência, um aprimoramento contínuo das teorias científicas, pela substituição de teorias falhas ou incompletas e pela solução de problemas antes intrigantes [...]” (MAYR, 2008, p. 55).

A ciência guarda grande relação com o fisicalismo, pois sua ontologia finca suas bases na física, sendo igualmente compatível com a análise matemática, uma vez que, por meio desta, a física se faz inteligível na realidade do mundo observável e descritivo. Além disso, “[...] as realizações mais surpreendentes da ciência, do ponto de vista intelectual e prático, ocorreram na física, que muitos veem como o tipo ideal de conhecimento científico [...]” (ZIMAN, 1977, p. 22).

Explicações plausíveis dos fenômenos do mundo natural pela lente do fisicalismo foram se constituindo de forma vigorosa na ciência do século XVIII e começo do século XIX, uma vez que a invocação de explicações sobrenaturais, ou mesmo de cunho vitalista, deixava a desejar no entendimento desses mesmos fenômenos em seus aspectos mais cruciais.

A afirmação dos cientistas de que esse mundo é objetivo e estruturado de alguma maneira e não caótico torna possível a investigação pelo conjunto de métodos e ferramentas atreladas à ciência física, envolvendo modelos, experimentos e testes com o intuito de aceitar ou rejeitar determinada hipótese probabilística a fim de constatar a sua aceitação.

É importante frisar que, mesmo que o fisicalismo tenha balizado a produção de conhecimento científico nos últimos anos, a história vem mostrando que nem toda ciência natural pode ser construída segundo o modelo da física. Por exemplo, ela não se configurou como uma base conceitual adequada para a biologia que se constituiu como disciplina autônoma pautada em aspectos largamente defendidos por Mayr. (MAYR, 1998, 2005, 2008) e percorridos na presente tese.

Quanto ao denso debate que igualmente gerou uma vasta literatura sobre a natureza do conhecimento científico, principalmente na contemporaneidade, não é nossa intenção aprofundá-lo, dado que esse tipo de abordagem, embora reconheçamos sua importância, não se adequa à intenção do presente capítulo, além do que o fisicalismo, mesmo com críticas à sua estrutura conceitual, superou o vitalismo quanto à formulação de explicações mais coerentes para os processos vitais dos sistemas biológicos, refutando grande parte do “[...] pensamento mágico que caracterizava os séculos anteriores [...]” (MAYR, 2008, p. 23) e fornecendo, ainda, um modelo teórico para o estudo da natureza e seus fenômenos físicos.

Muitos filósofos contribuíram grandemente para essa reflexão sobre a ciência, enquanto método de geração e/ou confirmação de hipóteses científicas, como Karl Popper (1902-1994), filósofo e professor austríaco, com seu racionalismo crítico; Thomas Kuhn (1922-1996), físico e filósofo da ciência estadunidense, com sua perspectiva historicista e formalista da ciência; e Paul Feyerabend (1924-1994), filósofo austríaco, com seu anarquismo epistemológico,

afirmando que a fundamentação prescritiva do método científico limita as atividades dos cientistas e, dessa maneira, restringe o progresso científico.

Nessa sequência de autores que se debruçaram sobre a base epistemológica da ciência, não poderíamos deixar de mencionar, dadas as discussões mais recentes sobre os fundamentos da ciência, outros teóricos críticos, tais como o sociólogo Boaventura de Sousa Santos, em sua posição epistemológica antipositivista, fundamentada nos debates travados na física e na matemática que apontam que o conhecimento científico é socialmente construído, que seu rigor tem limites intransponíveis e que sua objetividade não implica neutralidade.

### 2.2.3 Estratégias do fisicalismo

Segundo Zilio (2010, p. 218), a resposta dada por Descartes, em sua obra “As paixões da alma”, segundo a qual a ligação entre mente e corpo tinha como ponto de contato a glândula pineal, se mostrou incabível. Ele analisa as principais estratégias que pretendem abordar o tema à luz do fisicalismo, que são o reducionismo e a superveniência. Ambas se colocam como forma de assegurar a hegemonia do mundo físico tal como descrito pela Física, cuja “[...] tese central é a de que o único mundo que existe é o mundo físico [...]” (ZILIO, 2018, p. 225). Trataremos do reducionismo e da superveniência no próximo item.

Além dessas estratégias, há teses suplementares para delinear melhor o conceito de fisicalismo, como as teses da microfísica, do argumento causal e da completude do mundo físico. Para Zilio (2018, p. 219), a definição desse termo só se torna clara lançando mão de teses conjuntivas supracitadas.

A tese da microfísica sustenta que “[...] todas as coisas reais e existentes compartilham as mesmas partículas elementares [...]” (ZILIO, 2010, p. 219), conhecidas como entidades microfísicas. A ideia central é a de que o mundo físico seria constituído apenas por entidades e relações mencionadas por uma teoria verdadeira e completa da Física (PETTIT, 1993 *apud* ZILIO, 2010, p. 219). Seguindo esse pensamento, as leis microfísicas que atuam nessas entidades elementares definirão o comportamento dos seus compostos no mundo macrofísico.

Já as teses do argumento causal “[...] consistem simplesmente em afirmar que todos os efeitos físicos possuem causas físicas e que qualquer coisa que exerça qualquer tipo de influência no mundo físico é também uma coisa física [...]” (ZILIO, 2010, p. 221), ou seja, o mundo físico sustenta em si mesmo as condições para sua própria manifestação. Sobre a tese de completude do mundo físico, Zilio (2010, p. 221) aponta que

[...] não é preciso tratar do não-físico – no estudo dos eventos físicos nunca será preciso sair do âmbito físico para tecer explicações. A posição sobre o não-físico está no não dito: não há espaço para qualquer tipo de evento não físico como causa de eventos físicos. Se existirem eventos não-físicos, eles não fazem diferença no mundo físico, e se o fizerem é porque são, também, eventos físicos e é por conta dessa característica que eles possuem poder causal. (ZÍLIO, 2010, p. 221).

Dessa forma, as leis físicas regem os eventos do mundo físico, assegurando que qualquer coisa que atue ou afete o mundo físico é também algo físico. Nessas relações, o argumento causal assevera que todos os efeitos físicos têm igualmente causas físicas. Sendo assim, o argumento da completude põe em evidência que o mundo físico basta em si mesmo para suas realizações, ou seja, “[...] não precisa ir além de si mesmo para tornar os seus próprios acontecimentos possíveis [...]” (PAPINEAU, 2001; SPURRETT; PAPINEAU, 1999 *apud* ZÍLIO, 2010, p. 221).

Nessa direção, como forma de assegurar o monismo fisicalista, ou seja, a hegemonia do mundo físico tal como descrito pela Física, são postas as teses de sustentação do fisicalismo que são: o reducionismo e a superveniência (ZÍLIO, 2010, p. 225).

### 2.2.3.1 Reduccionismo

O reducionismo sustenta que toda e qualquer propriedade de um sistema complexo deve ter sua explicação restringida ao nível das propriedades e das relações entre suas partes (LEVINE *et al*, 1987; EL HANI; PEREIRA 1999 *apud* EL-HANI; VIDEIRA, 1999, p. 4). O reducionismo é uma posição metafísica que consiste na hipótese de que a realidade é composta por um número mínimo de tipos de entidades ou substâncias, equivalendo-se aos componentes desses sistemas, bem como suas relações entre si que correspondem, diante da causalidade, aos aspectos macros verificados na física. Para Sulman (2016), o termo redução vem do vocábulo latino *re-ducere* ou do alemão *zurückführen*, cuja interpretação se volta para o ato de conduzir de volta a conceitos, termos, leis, teorias ou objetos a partir de outros domínios que, na verdade, são seus correspondentes mais verossímeis. Dessa forma, o “[...] reducionismo estabelece, através da redução, uma teoria global fisicalista pela qual todos os outros campos de estudo são redutíveis ao sistema axiomático físico [...]”. (SULMAN, 2016, p. 1).

O reducionismo abrange um conjunto de afirmações ontológicas, epistemológicas e metodológicas sobre as relações entre diferentes domínios científicos. A questão básica da redução é se as propriedades, conceitos, explicações ou métodos de um domínio científico (normalmente em níveis mais altos da organização) podem ser deduzidos ou explicados pelas propriedades, conceitos, explicações ou métodos de

outro domínio da ciência (tipicamente em sobre níveis mais baixos de organização) (BRIGANDT; AMOR, 2020, p, 1, tradução nossa).

O reducionismo, que tem servido como paradigma na formulação das explicações científicas, reflete um problema complexo e multifacetado, uma vez que busca representar as propriedades do nível macro sob uma perspectiva de nível elementar. As reflexões acerca desse tema, vêm se colocando também a elucidar a relação de cunho epistemológica sobre as áreas que constituem o conhecimento científico, e de forma mais específica, sobre suas implicações nos vários temas da biologia atual por ocupar um lugar de destaque na filosofia da ciência, uma vez que a biologia se constitui como uma área autônoma do conhecimento.

No círculo de Viena, o reducionismo foi bem fundamentado, construindo uma doutrina, a partir de Carnap (1891-1970), segundo a qual as ciências poderiam ser unificadas através da construção de uma linguagem que relacionasse estruturalmente os diferentes objetos de maneira lógico-linguista, ou seja, por meio da linguagem fisicalista. Para Carnap (1931), essa linguagem seria composta de proposições com sentido, devendo ter um correlato direto em nossa experiência sensível. Em seu manifesto, o “Círculo de Viena”, no tópico da Concepção Científica do Mundo, aponta aspectos pelos quais a ciência deveria se orientar de forma a cumprir o objetivo de unificar as dimensões do conhecimento. Com isso, estariam condenadas as proposições metafísicas da filosofia tradicional.

Seus esforços visam a ligar e harmonizar entre si os resultados obtidos pelos pesquisadores individuais dos diferentes domínios científicos. A partir do estabelecimento deste objetivo, segue-se a ênfase ao trabalho coletivo e igualmente o acento no que é intersubjetivamente apreensível. Daí se origina a busca de um sistema de fórmulas neutro, um simbolismo liberto das impurezas das linguagens históricas, bem como a busca de um sistema total de conceitos. Aspira-se à limpeza e à clareza, recusam-se distâncias obscuras e profundezas insondáveis. (HAHN; NEURATH; CARNAP, 1979 [1929], p. 86).

As obras de Carnap se concentraram na análise sistemática da lógica formal de viés semântico e suas implicações na sintaxe das formulações científicas, das inferências e na compatibilidade dos enunciados com os fatos do mundo. Em seus próprios ensaios, ele constatou que a linguagem fenomenológica não era adequada para uma análise filosófica até mesmo do próprio conhecimento filosófico. Além de outras contribuições, Carnap discutiu o teste e o significado das hipóteses como instrumento de validação de teorias científicas. Mesmo assim, uma série de objeções ao seu projeto, principalmente no que tange à redução do mundo às sentenças em termos de dados sensíveis, levaram ao seu abandono. Contudo, suas teses

inauguraram uma filosofia formalista que contribuiu bastante para a reflexão lógica sobre a linguagem.

O reducionismo, embora sustente uma estratégia de validação do fisicalismo, iniciada a partir das reflexões de Neurath e Carnap na segunda metade do século XIX, coloca uma problemática atual para a biologia, qual seja a de aplicar o reducionismo na explicação dos sistemas orgânicos em sua base conceitual. Para El-Hani (2002, p. 204), uma insatisfação crescente com a visão dominante do determinismo genético ortodoxo e do neodarwinismo tem sido notável desde a década de 1980, dada justamente a uma visão limitada sobre a importância do conceito de organismo, cujas explicações se voltavam para o âmbito molecular e genético que foi compartilhada por alguns pesquisadores e, por isso, por pouco não desapareceu. El-Hani (1999, p. 4) postula que,

[...] não é suficiente para o programa reducionista uma combinação de micro e macro explicações. O que se requer é que as macro-explicações sejam substituídas por micro-explicações, visto que não possui, aos olhos do reducionista, qualquer conteúdo adicional em relação a estas últimas. (EL-HANI, 1999, p. 4).

Assim, as explicações dos sistemas em seu nível macro, ao se combinarem com as explicações do nível micro, não contemplam o reducionismo, exigindo, então, deste a substituição das explicações de nível macro pelas de nível micro, como sendo aquelas que bastam em si mesmas sem requerer nenhum conteúdo adicional para explicar o mundo natural. Como consequência do paradigma reducionista, a exemplo da biologia, exige-se maior simplificação das entidades que compõem os conteúdos das ciências, bem como o poder explicativo delas. Dessa forma, se reduz o número de elementos em uma conclusão ou tese, dando condições teóricas para o estabelecimento do fisicalismo, por meio do reducionismo.

A ideia de equiparar organismos a máquinas, em meados do século XVIII, ainda estava bastante impregnada nos pensadores da época, cuja peculiaridade estava voltada para a reprodução e autopreservação. Historicamente, os conceitos de mecanismo e máquina foram se resignificando e passaram da ideia do mecanismo existente, semelhante ao relógio, ao da máquina a vapor, que incorporou leis de conservação e dissipação de energia. Assim, El-Hani e Videira (1999, p. 5), apoiados em Loeb (1964), concordam que a abordagem científica na biologia consistia fundamentalmente na explicação completa do funcionamento das máquinas orgânicas em termos de seus constituintes básicos.

Decorre, então, do paradigma reducionista, uma observação teórica subjacente relativa à teoria de níveis, cuja descontinuidade entre esses níveis não seria mais que mera aparência,

em que os eventos estariam restritos apenas às explicações de leis mecânicas; porém, para um suposto antirreducionista, a compreensão dos eventos que surgem em níveis posteriores como propriedades emergentes exigiria outras bases conceituais que dessem conta da compreensão do mundo natural a partir das contingências e da imprevisibilidade inerente a sistemas complexos, cujo dimensionamento em bases teóricas, oriundas apenas do fisicalismo reduutivo, não seria suficiente para dar conta da implicação desses elementos nos sistemas, hoje considerados importantes na biologia.

De todo modo, a biologia como uma disciplina científica autônoma, com métodos próprios e que, além disso, leve em consideração a história natural e evolutiva da vida, requer bases científicas com pressupostos ontológicos, cuja capacidade explicativa não remeta ao processo de derivação de Leis Físicas Universais.

Importante destacar que é possível distinguir diferentes concepções de reducionismo. “[...] Por um lado, fala-se do reducionismo como uma tese metafísica; por outro, como uma tese sobre a natureza das explicações científicas e, em terceiro lugar, fala-se do reducionismo como um programa de investigação [...]” (MARTINEZ, 2018, p. 426). Dentre as várias classificações, as citadas por Mayr (1998, 55) voltando-se à biologia, são as mais utilizadas, como: o reducionismo constitutivo, que se refere à composição material tanto dos organismos quanto da matéria inorgânica como sendo a mesma; o reducionismo explicativo, que define o todo em função de suas partes; e o reducionismo teórico, que se refere à relação dedução/explicação de uma teoria por outra. Este último tem sido largamente associado ao modelo clássico de redução teórica em biologia e sustentado pela corrente do positivismo lógico.

Dentre os pensadores do século XIX e XX, vale destacar: Carnap (1931), Hempel (1974), Ayala e Schaffner (1967, 1977 *apud* MARTINEZ; BARAHONA, 1998) e Ernest Nagel (1901-1985), quem propôs os aspectos fundamentais do paradigma reducionista ao publicar, em 1961, seu modelo teórico de redução. Nascido em Bohemia (parte da Áustria-Hungria), Nagel foi professor universitário nas universidades de Columbia e Rockefeller, após ter se naturalizado cidadão norte-americano. Ele foi um dos principais expoentes desse debate ao abordar a história das ciências sob forte influência do positivismo lógico, cuja fundamentação do conhecimento verdadeiro residia na experiência empírica. O positivismo lógico tinha como base a linguagem inteiramente redutível a formulações de observações diretas, o que propiciaria a articulação do conhecimento científico de maneira lógica e livre de ambiguidades.

Importante observar que, na tradição lógico-positivista que consubstanciou as teorias e leis científicas, estas seriam consideradas respectivamente como sistematizações de

observações, que são legitimadas por meio de procedimentos experimentais e observações dos fenômenos. Já as leis, por sua vez, segundo Lorenzano (2018, p. 452), se mostram como componentes essenciais das teorias, constituindo, assim, os axiomas, por meio dos quais elas são representadas metateoricamente.

Martinez e Barahona (1998, p. 341) concordam que o conteúdo epistemológico da ciência é, de forma preconceituosa, caracterizado em termos das teorias acabadas e que, sendo assim, não é casual que o reducionismo seja comumente considerado um problema de relacionamento entre teorias.

Para Nagel (2008 [1979] *apud* ZILIO, 2010, p. 225), “[...] o processo de redução é formado por uma série de afirmações teórico-científicas, uma delas sendo a conclusão e as outras as premissas que a sustentam [...]”. Essa relação se dá entre duas teorias científicas, dentre as quais a teoria secundária que se reduziria à teoria primária. Assim, as condições formais para que ocorra a redução, também confirmadas por Martinez e Barahona (1998, p. 341), são: condição de **derivação**, segundo a qual a redução implica uma derivação lógico-dedutiva da Teoria Secundária (teoria reduzida) a partir da Teoria Primária (teoria redutora). De acordo com esse modelo, as explicações científicas são inferências dedutivas de um fato a partir de uma lei universal; já a condição de **conectabilidade** sustenta que todos os termos, conceitos e leis, presentes no vocabulário da Teoria Secundária, devem possuir correlatos na Teoria Primária. Essa condição busca relações de identidade entre os termos que precisam ser claros para que essa relação seja estabelecida.

Nessas relações, para que as condições de conectabilidade e derivação permaneçam satisfatórias, inclusive nas situações de redução heterogênea<sup>15</sup>, as proposições de Nagel, como leis-pontes ou regras de correspondência, se tornaram muito relevantes, de modo a “[...] criar hipóteses empíricas que conectem os termos dissonantes [...]” (ZILIO, 2010, p. 226). Essas leis-pontes são hipóteses que estabelecem relações de correspondência de forma que a cada predicado da teoria a ser reduzida exista necessariamente um predicado na teoria redutora.

De acordo com esse pensamento, “[...] uma teoria B se reduz a uma teoria A, quando o que diz B sobre o que pode ser observado (ou legitimado indiretamente por meio de um sistema de afirmações aceitáveis como base empírica), pode ser reformulado como dito por A [...]”. (MARTINEZ; BARAHONA, 1998, p. 341, tradução nossa). De acordo com essa premissa, a tese de Galileu de que o livro do universo estaria escrito em linguagem matemática

---

<sup>15</sup> Nesse tipo de redução, não há consonância entre os termos das teorias relacionadas. Para Nagel (1961, p. 342 *apud* ZILIO, 2010, p. 226), nessas reduções, o objeto de estudo da ciência primária parece ser qualitativamente descontínuo em relação aos materiais estudados pela ciência secundária.

exemplificaria um tipo de reducionismo e a queda livre dos corpos por ele proposta seria uma redução da Lei de Gravitação de Newton, tal como as leis de movimento planetário descobertas por Kepler que se derivam da lei de gravitação universal e que, por sua vez, se reduzem à teoria de Newton. Por esse viés, os fenômenos empíricos seriam, então, o produto de diversos mecanismos explicáveis pelas Leis da Física.

Contudo, algumas críticas ao reducionismo se fazem necessárias e pertinentes como a de Zilio, que critica o reducionismo com base em Fodor (1974 *apud* ZILIO, 2010. P. 226). Para o autor, a fraqueza do reducionismo no fisicalismo se dá, justamente, na interpretação que se faz dos condicionantes (conectivos) das leis-pontes, que são simétricas, e das relações causais assimétricas. Fodor (1974 *apud* ZILIO, 2010. P. 227) aponta que essas relações simétricas, por sua vez, estabelecem relações de identidade via leis-pontes entre uma ciência especial e a Física. Caso não seja possível estabelecer essa relação, o projeto reducionista fracassará. O reducionismo avançou utilizando-se dos artifícios das leis-pontes até mesmo para propriedades e fenômenos da teoria primária (teoria redutora) e secundária (teoria reduzida), como a redução da genética mendeliana à genética molecular que permitiu a explicação de macropropriedades e regularidades observadas ao nível dos genes, a partir de micropropriedades e regularidades observadas ao nível dos ácidos nucleicos (EL-HANI, 2000b, p. 67). Essa posição metodológica contraria a proposta inicial de Nagel, que era voltada apenas para teorias. Nesse caso, segundo Zilio (2010, p. 228), a redução teria peso ontológico para o fisicalismo.

Mayr (2005), em sua obra *Biologia, ciência única*, explica porque a biologia se consagrou como ciência autônoma, contrariando as ideias reducionistas que não eram aplicáveis a essa área de conhecimento. Na complexa teia da vida, com seus diferentes níveis de organização, a dinamicidade, contingência e as diferentes formas de interação possibilitam o surgimento de propriedades emergentes que não se reduzem aos elementos físicos e químicos constituintes dos sistemas anteriores. Com isso, percebe-se a dificuldade em conceituar vida utilizando-se das estratégias do fisicalismo reduutivo, uma vez que as várias formas e níveis com que se dá a organização da vida não permitiram a explanação por meio dessa estratégia. Contudo, abre-se a possibilidade de outras teorias fundamentadas em outras bases conceituais e ontológicas explicarem esses novos arranjos, como é o caso da própria biologia, com a qual muitos biólogos “[...] aceitavam a análise construtiva, mas rejeitavam as formas mais extremas de reducionismo [...]” (MAYR, 2005, p. 989).

Constata-se que o projeto inicial de Nagel, que se pautava na concepção positivista da ciência fora superado, dada a multiplicidade de teorias e tradições desenvolvidas posteriormente, como críticas ao seu projeto, tornando-o mais complexo e colocando, assim,

dificuldades na estrutura e unidade das ciências diante dessa concepção. Martinez e Barahona (1998, p. 341) concordam que o desenvolvimento atual da ciência torna muito difícil conhecer as conexões entre as teorias porque elas não são suficientemente desenvolvidas para poder estabelecer suas relações.

Embora a questão do reducionismo tenha sua importância na compreensão do tema central do presente trabalho, salientamos que esses aspectos serão mais bem abordados no tópico do pensamento biológico, uma vez que a pretensão por ora exposta é de apenas introduzir uma visão geral, tratando-se da historicização do fisicalismo enquanto corrente filosófica e apontando a problemática do reducionismo, ao relacionar principalmente a base conceitual da biologia com a corrente do fisicalismo. Salientamos que, mesmo com grandes problemas relacionados à sua ontologia, os defensores do projeto reducionista, tendo em vista as críticas sobre seus fundamentos, recorrem à tese da superveniência como forma de alicerçar teoricamente a corrente do fisicalismo e salvá-la das falhas deixadas pelo reducionismo.

#### 2.2.3.2 Superveniência

Presume-se que os fenômenos naturais se desdobrem em mecanismos bem articulados em um universo complexo e dinâmico que abriga a vida e possibilita sua manifestação no mundo real. Pensar, então, na superveniência como a classe de relações que inclui a causalidade se mostra importante por representar filosoficamente, conforme Kim (1984, p. 154), “[...] as maneiras pelas quais objetos, propriedades, fatos, eventos e afins entram em relacionamentos de dependência entre si, criando um sistema de interconexões que estrutura o mundo e nossa experiência com ele [...]”. Nessa direção, Kim (1984, p. 153) enfatiza a causalidade como princípio básico dos fenômenos, sendo por este considerado o ‘cimento do universo’, a ‘cola cósmica’ que une objetos e eventos discretos, tornando-os mutuamente significativos. Para ele, as causas determinam seus efeitos e os efeitos dependem, por sua existência e propriedades, de suas causas. Esses elementos se mostram como importantes demarcações no universo do fisicalismo.

Kim (1985, p. 616) afirma que o elemento físico, em certo sentido, deve ser básico e fundamental, mesmo que processos ou propriedades possam ser irreduzíveis. Com base nessa afirmação, o referido autor reflete sobre o seguinte questionamento: como capturamos a ideia da primazia do físico sem comprometer ao mesmo tempo nosso investimento na redutibilidade de tudo à teoria física? Esse questionamento nos remete a pensar a partir da realidade fundada numa estrutura de níveis, cujos processos e fenômenos correntes no mundo físico mantêm o

compromisso com o fisicalismo não redutivo. A doutrina dessa posição metodológica aponta para a irredutibilidade das propriedades de nível superior que formam o todo; essas propriedades, por sua vez, surgem, conforme El-Hani (2000, p. 120), na complexidade organizacional que o caracteriza.

A ideia da superveniência reside na possibilidade de balizar uma forma consistente de fisicalismo não redutivo com a capacidade de estabelecer uma relação de determinação e dependência sem redução entre conjuntos de propriedades. Concordamos com Mclaughlin e Bennett (2019, p. 1), quando estes dizem que a superveniência refere-se a um conceito que indica relação de dependência ou determinação de propriedades. Nessa relação, um conjunto de propriedades A sobrevém a um outro conjunto B, apenas no caso em que duas coisas não podem diferir em relação às propriedades A sem também diferir das propriedades B. Em outras palavras, não pode haver uma diferença em A sem que haja uma diferença em B.

Considerando-se a superveniência do biológico ao químico, se duas células possuem o mesmo conjunto de moléculas com exatamente as mesmas propriedades químicas (incluindo propriedades relacionais), elas não poderão apresentar quaisquer diferenças em suas propriedades biológicas (EL-HANI, 2000b, p. 173).

Nesse tipo de relação, busca-se manter uma forma de fisicalismo mais delimitado pela Física, sem recorrer necessariamente ao reducionismo, denominando-se de fisicalismo de superveniência ou, apenas, superveniência. Ele é apresentado como uma variedade de fisicalismo não redutivo, alternativo ao emergentismo.

“O termo superveniência deriva do Latim *‘super’*, que significa ‘acima de’ ou ‘adicional a’ e do verbo, também em Latim, *‘venire’*, que significa ‘o que está por vir’ [...]” (ZILIO, 2010, p. 229), cuja origem do termo data da primeira metade do século XX, na Inglaterra. Algumas especulações sugerem que o britânico Lloyd Morgan (1923) usou o termo *‘surpervene’* para “[...] caracterizar uma relação que as propriedades emergentes carregam para suas propriedades básicas [...]” (MCLAUGHLIN; BENNETT, 2019, p. 5), sustentando que as propriedades emergentes são distintas e adicionais às suas propriedades básicas e surgem imprevisivelmente delas, o que tornou seu uso vernacular bastante difundido apenas na literatura sobre emergência.

Ao relacionar o valor com propriedades físicas, Moore George Edward (1873-1958), filósofo britânico, invocou o uso do termo em sua filosofia moral, visando mostrar que não pode haver diferença nos juízos de valor relativos a algo sem que haja igualmente diferenças em suas propriedades físicas. Quer dizer, se A e B, por exemplo, são idênticos no que diz respeito às suas propriedades descritivas, então eles não podem diferir em valor. Isso significa

considerar que propriedades morais seriam supervenientes às propriedades físicas, indicando isso uma relação de dependência entre elas, mas não uma identidade.

Outra contribuição muito importante de Moore foram as críticas feitas ao naturalismo ético, observadas por Kim (1985, p. 616) como um suposto caminho para alegar que termos ou propriedades éticas, sendo “simples” e “não naturais”, não são definíveis nem redutíveis naturalmente. Para Kim, Moore parecia sustentar, ao mesmo tempo, que essas entidades sobreviriam às propriedades naturalistas, no sentido de que não há duas coisas iguais em todos os aspectos naturalistas que possam divergir em algum aspecto moral ou de valoração. Kim (1985, p. 616) afirma que fato e valor devem ser mantidos à distância certa um do outro: próximos o suficiente para garantir sua relevância e consistência mútuas, mas longe o suficiente para garantir sua autonomia relativa. Depreende-se, dessa afirmação, que a superveniência aparentemente forneceria um grau apropriado de dependência do valor aos fatos sem, logicamente, tornar o primeiro redutível ao segundo.

“No contexto filosófico, o sentido do termo é atemporal e denota uma relação metafísica e/ou conceitual de determinação e dependência [...], evidenciando sua entrada na literatura filosófica analítica através de uma obra clássica da metaética do século XX [...]” (HORGAN, 1993, p. 555). Tal relação se configura como essencial para o fisicalismo superveniente, uma vez que ele supostamente manteria a supremacia do mundo físico, iniciando, a partir dessa relação, uma ampla discussão na metafísica e na lógica geral. Importante destacar que algumas relações de superveniência são metafisicamente necessárias, como exemplifica Lombard (1986 *apud* MCLAUGHLIN; BENNETT, 2019, p. 9), nas áreas superficiais de esferas perfeitas que sobreviriam com a necessidade metafísica em seus volumes (e vice-versa), já outras são contingentes, como a condutividade elétrica de um metal que covaria com a condutividade térmica, conforme a Lei de Wiedemann-Franz, o que implica dizer que a condutividade elétrica e a condutividade térmica sobrevivem mutuamente.

O uso filosófico do termo superveniência, conforme Mclaughlin e Bennett (2019. P. 5), se deu por Richard Mervyn Hare – RM Hare (1919-2002), filósofo inglês, professor das universidades de Oxford e Flórida, para caracterizar uma relação entre propriedades morais e propriedades naturais, embora o mesmo afirme não ter sido o primeiro. Esse termo foi utilizado em Oxford por ele a partir ano de 1940. Mesmo RM Hare usando o termo no sentido filosófico, ele não foi o primeiro a afirmar uma tese de superveniência (*Ibid.*, 2019, p. 5). Porém, conforme Mclaughlin e Bennett (2019, p. 7), foi Donald Davidson (1917-2003), filósofo norte americano e professor nas universidades de Stanford, Rockefeller, Princeton e Chicago, que desempenhou um papel fundamental ao introduzi-lo na filosofia da mente. Kim (1985, p. 617) corrobora

Davidson ao acreditar que foi o primeiro a sugerir a possibilidade de uso da superveniência para caracterizar a relação de dependência sem redução para o caso da mente e do corpo.

Embora as publicações tenham surgido em grande parte tratando da superveniência na filosofia da mente, muitos autores, como “[...] Terence Horgan (1982, 1984), Jaegwon Kim (1984, 1987, 1988, 1990, 1993), David Lewis (1983) e outros, começaram a examinar a própria noção de superveniência e a explorar sua utilidade para uma ampla variedade de propósitos filosóficos [...]” (MCLAUGHLIN; BENNETT, 2019. P. 7).

Ao considerar aspectos da vida em termos de níveis de organização, é possível nos aproximarmos da noção básica de superveniência trabalhada por Kim (1984), ao apontar que um conjunto de propriedades de nível superior sobrevém a um conjunto de propriedades de nível básico em casos em que dois entes não poderão diferir com respeito às propriedades do nível superior sem diferirem em suas propriedades básicas. El-Hani (2000b, p. 69) corrobora essa relação das propriedades de nível superior às propriedades de nível inferior expressa em termos de linguagem, podendo-se dizer que uma propriedade de nível superior é superveniente a, ou realizada por, propriedades de relações no nível inferior. O ponto fulcral da tese da superveniência no presente trabalho se volta principalmente para as relações de determinação das propriedades físicas e químicas para com as propriedades de cunho biológico que emergem em níveis superiores.

Para Haak (1998[1978] *apud* ZILIO, 2010, p. 229), as relações que sustentam a superveniência seguem uma noção modal<sup>16</sup> de caráter metafísico. Com isso, se apresenta um sistema formal que distingue verdades necessárias de verdades contingentes, sendo do último tipo como verdade científica. Ainda nessa distinção, Zilio (2010, p. 230) aponta que “[...] na linguagem modal diríamos que uma verdade necessária é verdadeira em todos os mundos possíveis, enquanto a verdade contingente é verdadeira apenas no mundo real e, mesmo nesse mundo, elas são falseáveis [...]”.

Os mundos possíveis, sobre os quais essa verdade teoricamente se apoiaria, podem ser interpretadas de três tipos:

(1) abordagem linguística: os mundos possíveis são conjuntos de sentenças, no qual a consistência é analisada sintaticamente e/ou semanticamente; (2) abordagem conceitualista: os mundos possíveis são, na verdade, maneiras pelas quais podemos

---

<sup>16</sup> A lógica modal se refere a qualquer sistema de lógica formal que procure lidar com modalidades, tais como: tempo, possibilidade, poder, probabilidade, necessidade, dentre outras. Sua representação se dá usando operadores que são aplicados em fórmulas para exprimir a noção da asserção postulada. Sua função, conforme Haak (1998[1978] *apud* ZILIO, 2010, p. 229), é apresentar um sistema formal que possibilite estabelecer distinções entre verdades necessárias e verdades contingentes. Para Garson (2019, p. 1), a lógica modal é “[...] o estudo do comportamento dedutivo das expressões ‘é necessário que’ e ‘é possível que’ [...]”

conceberum mundo de forma diferente; e (3) abordagem realista: os mundos possíveis tratam de entidades reais, abstratas, inteiramente independentes de nossa linguagem ou pensamento. (HAAK, 1998[1978] *apud* ZILIO, 2010, p. 230).

A ideia dos mundos possíveis se mostra relevante para a compreensão da tese da superveniência, uma vez que as relações de dependência e determinação das propriedades estabelecem, diante da lógica formal, do tipo de abordagem e das condições descritas nas definições de cada abordagem, tipos diferentes de superveniência, como as sugeridas por Kim (1984 *apud* ZILIO, 2010, p. 230; MCLAUGHLIN; BENNETT, 2019. P. 23), quais sejam: superveniência fraca, forte e global, todas definidas por meio da quantificação sobre mundos possíveis. Não obstante, a explanação desses tipos não se coloca como estritamente necessária diante do “mapeamento” histórico e conceitual que pretendemos fazer ao abordar as nuances do fisicalismo e as estratégias que balizam sua hegemonia.

No fisicalismo superveniente, como classificou Melnyk (1991 *apud* ZILIO, 2010, p. 232), “[...] ao contrário do fisicalismo reducionista, as propriedades e os eventos mentais estariam conectados às propriedades e aos eventos físicos não por conta de uma relação de identidade, mas por conta de uma relação de superveniência [...]”. Melnyk (1991, p. 578 *apud* ZILIO, 2010, p. 232) analisa a natureza dessa relação apontando que a relação de propriedades, principalmente entre as físicas e de outra natureza não física, precisa ser não somente forte para garantir a superveniência nessa relação, mas fraca o bastante para permitir às propriedades não físicas uma ontologia autônoma. Nesse sentido, um problema se coloca, uma vez que a superveniência no fisicalismo,

[...] não pode indicar uma mera relação lógica porque pretende discorrer sobre propriedades reais. Todavia, não pode ser uma relação causal ou natural, pois esses tipos de relação são contingenciais, não sendo, assim, fortes o bastante para manterem a relação de determinação e dependência exigidas pelo discurso modal das definições formais de superveniência [...]. (*Ibid.*, 2010, p. 232).

Assim, podemos questionar se a superveniência é ontologicamente suficiente para sustentar a ideia do fisicalismo, uma vez que há a possibilidade de não existir conexões necessárias entre entidades distintas. Esse problema é igualmente aplicado ao fato de novas propriedades emergirem numa relação de níveis e, daí, não ser possível estabelecer uma relação de superveniência com as entidades físicas em todos os mundos possíveis, pois a emergência de tal propriedade não encontraria nenhuma correspondência em termos de estrutura microfísica nesses outros mundos.

Com as dificuldades suscitadas por vários autores, até mesmo voltadas para a superveniência forte e global<sup>17</sup> como capaz de sustentar o fisicalismo não reduutivo, seria preciso uma relação mais forte ainda, a sugerida por Horgan (1993, p. 566), filósofo americano, que a denominou de “superhiperveniência”, caracterizando-a como uma superveniência ontológica que seja robustamente explicável de uma forma materialista. Para Horgan, esse tipo de relação é típico das relações de níveis, necessárias a um materialista que também é um realista.

Segundo Zilio (2010), a

[...] superveniência exigida pelo fisicalismo precisa ir além da mera formalização lógica, tratando diretamente de coisas reais, mas, ao mesmo tempo, não pode recair apenas sobre as relações contingenciais do mundo real. O problema é que a única forma de atender essas condições seria através da visão realista dos mundos possíveis [...]. (ZILIO, 2010, p. 232).

Nesse sentido, a “[...] superveniência deveria indicar uma relação real (e não apenas lógica), pois os mundos possíveis seriam mundos reais, mas também deveria ir além das contingências do mundo no qual vivemos, pois abarcaria qualquer mundo possível [...]”. (ZILIO, 2010, p. 233).

Outro problema é da suficiência, trazido por Stoljar (2019. P. 22), para quem a superveniência fornece uma condição necessária, mas não suficiente, para a verdade do fisicalismo. Com essa tese, Stoljar problematiza a relação mente e corpo através do emergentismo, na tentativa de unir os elementos do dualismo e do fisicalismo, reconhecendo, respectivamente: fatos mentais e físicos como metafisicamente distintos; e fatos mentais como necessários e supervenientes aos fatos físicos. A resposta sugerida pelo autor é recuar do fisicalismo de superveniência para reescrevê-lo, como também apontar controvérsias de Hume ao enfatizar que não há conexões necessárias entre existências distintas.

#### 2.2.4 Impasses do fisicalismo e sua superação

Para Zílio (2010, p. 218) as estratégias de redução e superveniência não definem por si só o fisicalismo, elas são consideradas teses conjuntivas da física, que tem a função de assegurar a hegemonia do mundo físico tal como descrito pela Física. Nessa direção, muitas críticas ao fisicalismo têm se apoiado nas reflexões de Carl Gustav Hempel (1905-1997), filósofo alemão que se envolveu com os filósofos pertencentes ao círculo de Viena. Suas reflexões ficaram

---

<sup>17</sup> Para Shagrir (2013, p. 1), a superveniência global relaciona as propriedades de todos os objetos entre dois conjuntos em quaisquer mundos possíveis.

conhecidas como o dilema de Hempel, cuja formulação clássica desse problema gerou a seguinte tese:

[...] se o fisicalismo é definido por referência à física contemporânea, então é falso – afinal, quem pensa que a física contemporânea é completa? – mas se o fisicalismo é definido por referência a uma física futura ou ideal, então é trivial – afinal, quem pode prever o que uma física futura contém? (STOLJAR, 2019, p. 33).

A conclusão desse dilema é que não se tem um conceito claro de propriedade física, ou mesmo algo mais sólido para contemplar as exigências demandadas pelo fisicalismo. Talvez uma via alternativa para a solução desse problema seria a via negativa, em que se busca “[...] definir um termo por meio da definição do seu contrário [...]” (GILLETT; WITMER, 2001; WORLEY, 2006 *apud* ZILIO, 2010, p. 233), no caso o não-físico como algo que não faz diferença causal nesse mundo. No entanto, são apontados problemas com a via negativa, pois,

[...] não basta dizer que o não-físico é o que não faz parte do mundo físico, pois nessa definição já utilizamos o termo “físico” que é exatamente o que pretendemos definir. Para ter uma definição via negativa legítima precisaríamos esclarecer o que significa dizer que o mundo não-físico é completo respeitando duas condições: (1) todos os termos envolvidos na definição do físico devem estar presentes na definição do não-físico, pois se termos estiverem faltando também estará faltando informações; e, por conta disso, (2) devemos falar de completude do mundo não-físico porque essa é a tese central que define o mundo físico. O problema nesse caso é que a tese da completude do mundo não-físico é bem mais forte do que a tese da completude do mundo físico, pois, em princípio, enquanto a última tem apenas a pretensão de delimitar o mundo físico, a primeira deixa em aberto tudo o que pode ser não-físico, e não temos certeza do que seja isso. Em poucas palavras, se não temos ideia do que seja recaímos, novamente, no dilema de Hempel. (ZILIO, 2010, p. 234).

O problema fulcral que surge como pano de fundo no dilema de Hempel é que o fisicalismo sustenta-se na concepção clássica do materialismo, doutrina que identifica a matéria e seu movimento como realidade fundamental do universo, com princípios únicos de causalidade e com capacidade de explicar os fenômenos, naturais, sociais e mentais. Para Crane e Mellor<sup>18</sup> (2011, p. 186), o materialismo clássico se configura como uma doutrina metafísica que pretendia, a partir do século XVII, limitar a Física exigindo que a matéria fosse sólida, inerte, impenetrável, conservável e interagisse deterministicamente e apenas em contato. Essa concepção não comporta as nuances da Física atual, que se reconfigurou a partir da teoria da

---

<sup>18</sup> Timothy Martin Crane, nascido no Reino Unido em 1962, hoje é Professor de Filosofia na *Central European University*. Especializou-se em filosofia da mente, filosofia da percepção, filosofia da psicologia e metafísica. David Hugh Mellor (1938 -2020) foi um filósofo britânico, professor de Filosofia na Universidade de *Cambridge* e *Fellow* do *Darwin College*, com interesse principal em metafísica, incluindo também a filosofia da ciência, filosofia da mente, filosofia do tempo, probabilidade e causalidade, leis da natureza e propriedades e teoria da decisão.

relatividade e que vai de encontro ao dilema de Hempel. Desse modo, a física atual não poderia ser considerada uma ciência completa.

No entanto, considerando muitas descobertas atuais no campo da física, bem como os impactos da física quântica culminando com novas questões acerca da realidade, foram incorporados novos objetos, métodos e análises nessa ciência que, então, inauguraram a física moderna. O conhecimento da vida, tal como os materialistas a concebiam, necessitaria não só dos conceitos de física e química já estabelecidos, mas também de métodos e novas Leis que suplementassem os conceitos sobre vida e natureza fortemente consolidados em épocas anteriores. Nessa nova configuração, conforme Crane e Mellor (2011, p. 186), a matéria deixou de ser sólida, inerte, impenetrável ou conservável e, muitas vezes, interagindo de forma indeterminada à distância.

Segundo Zilio (2010, p. 235), não há tentativas na Física moderna de definir o objeto da Física, isto é, de definir o físico. Esse descompromisso na ciência Física sugere uma ausência de definição do físico no fisicalismo. Nesse sentido, as características metodológicas e conceituais da Física soariam como critério de demarcação do fisicalismo, na tentativa de solucionar de forma clara e concisa a definição do objeto da física.

Independentemente da posição metodológica adotada no fisicalismo, é razoável um compromisso mínimo na crença da universalidade da Física para explicação dos fenômenos, “[...] não sendo necessário comprometer-se com a ideia mais forte de que todas as explicações devam ser reduzidas, de modo completo, aos termos das teorias mais fundamentais [...]” (EL-HANI, 2000b, p. 62). Com isso, o autor, ao falar do fisicalismo não redutivo, chama a atenção para a possível confusão que pode ser feita sobre a ontologia, concernente à unidade básica das coisas em sua natureza material, e a epistemologia, relacionada ao nível apropriado para a explicação de um dado fenômeno, concluindo que

[...] mesmo que todas as coisas encontradas no mundo, desde moléculas até organismos, de mentes a sociedades, não sejam mais que tipos especiais de sistemas físicos, isto não significa que, em termos epistemológicos, elas tenham de ser compreendidas apenas nos termos da Física. (EL-HANI, 2000b, p. 62).

Contudo, ao se adotar uma posição fisicalista não redutiva, na qual se verifica uma relação de dependência das propriedades de níveis superior às de nível inferior, numa explicação científica, o ponto chave para El-Hani (2000b, p. 66) residiria na compreensão de como as propriedades e relações de partes e todo podem ser combinadas em uma narrativa

única, e não na necessidade de eliminarem-se níveis de explicações, sejam elas macro ou microestruturais.

Outro item importante e analisado por El-Hani (2000b, p. 66) é o papel da redução no fisicalismo não redutivo, apontando que explicações microrredutivas podem ser consideradas não apenas compatíveis com uma forma não redutiva de fisicalismo, mas também necessárias para uma formulação consistente dessa posição, não correspondendo necessariamente a sucessos de um programa reducionista. Para El-Hani, essa narrativa explanatória pode ser empregada de tal modo que a complexidade organizacional, nas quais os macrofenômenos de fato ocorrem, seja preservada e o esforço explanatório não se limite à descrição dos componentes mais diminutos envolvidos na produção dos fenômenos. Essa ferramenta explanatória passa a ser entendida, nesse caso, como uma estratégia epistemológica que não altera a ontologia e não nega a existência de níveis de realidade.

Por certo, as teorias surgidas no início do século XX, principalmente as provenientes da física quântica e da relatividade, ampliaram os horizontes da Física clássica, como também da filosofia das ciências e trouxeram novas demandas para o entendimento da realidade, cuja construção não poderá valer sem o histórico dos processos que culminaram com a vida e sua dinâmica nos níveis de realidade em que ocorrem.

O fisicalismo tem sido visto na filosofia contemporânea como uma doutrina ontológica. Suas estratégias conjuntivas tem o objetivo de assegurar a hegemonia do mundo físico tal como descrito pela Física; ou seja, têm sido elementos de manutenção e de afirmação dessa teoria geral sobre a natureza do mundo e da vida, temática sobre a qual buscamos discorrer em seus aspectos e conceituação. A explicação da matéria inanimada pautada no fisicalismo rejeita o componente metafísico do princípio vital, exterior aos organismos proposto pelos vitalistas. Esse embate fez Mayr (2008, p. 23) constatar que os fisicalistas estavam certos ao afirmarem que os organismos não são a mesma coisa que a matéria inerte, mas possuem diversas características autônomas, em particular seu programa genético historicamente adquirido, algo que não ocorre na matéria inanimada. E, com isso, abriu-se espaço para o organicismo e sua corrente filosófica, conhecida como emergentismo, que incorporou princípios tanto do fisicalismo quanto do vitalismo.

### 3 O ORGANICISMO NA CONCEPÇÃO DE VIDA

O longo debate entre vitalistas e materialistas, travado entre os séculos XVI a XVIII, gerou um arcabouço de concepções, teorias e métodos visando explicar a essência da vida com base na diferenciação entre vida e não vida, de acordo com as propostas oriundas dessas correntes filosóficas. Para os materialistas, os organismos vivos não eram diferentes da matéria inanimada. E, no campo oposto, os vitalistas assumiam que as propriedades dos organismos vivos não eram encontradas na matéria inerte e, portanto, não podiam ser reduzidos às leis da física e da química.

Para Hans Driesch (1867-1941), biólogo e filósofo alemão, a diferença básica entre a matéria viva e inanimada se dá pela *enteléquia*, manifesta no ser vivo atuando em seus sistemas físicos como entidade separada, ou seja, sem fazer parte dele, diferentemente da visão aristotélica de *enteléquia*, como um “[...] processo de auto-realização que unifica matéria e forma [...]” (CAPRA, 1996, p. 39). Esse viés vitalista que contribuiu, em parte, para a concepção do organicismo tem em comum com a corrente fisicalista a ideia de negar que matéria inanimada e animada possuem a mesma organização e processos de regulação, cujo entendimento de suas partes mais elementares possibilitaria o entendimento do todo orgânico.

Como afirma Mayr (2008, p. 21), há ao menos um ponto de convergência entre essas duas correntes: “[...] os vitalistas estavam certos ao afirmar que [...] os organismos não são a mesma coisa que a matéria inerte, mas possuem diversas características autônomas, em particular seu programa genético historicamente adquirido e que [...] os fisicalistas acertaram ao insistir [...] que não há um componente metafísico da vida e que, no nível molecular, ela pode ser explicada de acordo com os princípios da física e da química [...].”

Há uma implicação imediata do reducionismo já analisado para o organicismo que se mostra ao considerarmos os organismos como máquinas químicas orgânicas com capacidade de se reproduzir e agir conforme seus constituintes mais elementares da matéria, sem levar em conta a emergência de novas propriedades, na medida em que esses constituintes se reorganizam em níveis de organização cada vez mais complexos.

Dessa forma, o debate sobre o organicismo surge, visando

[...] superar o confronto entre vitalismo e mecanicismo em conflito ainda naquele momento. Diante de um e de outro, o organicismo concorda com o primeiro sobre certo holismo que o conduz a advogar a importância de levar em consideração todo o sistema, e a necessidade de níveis diferentes de explicação da organização viva, mas mantendo com o segundo a crença de que os processos vivos devem estar sujeitas a explicações materiais. (ETXEBERRIA; UMEREZ, 2006, p. 4, Tradução nossa)

Nesse cenário de embate teórico, John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964), um fisiologista norte americano, ao mesmo tempo em que criticava a abordagem vitalista, reconhecia que a “[...] abordagem puramente mecanicista não dá conta da coordenação que é tão característica da vida [...]”. E sua declaração “[...] é que devemos encontrar uma base teórica diferente para a biologia, baseada na observação de que todos os fenômenos nela envolvidos tendem a ser tão coordenados que expressam o que é normal para um organismo adulto [...]” (MAYR, 2008, p. 38). Essa postura reflete uma forma de pensamento que desloca a caracterização do organismo não mais pela composição, embora essa também seja importante, mas principalmente por sua organização e autonomia<sup>19</sup>. Esse modelo enfatiza as características de sistemas ordenados altamente complexos, bem como o programa genético que reflete a natureza histórica nos organismos.

Hans Driesch (1867-1941), biólogo e filósofo alemão, em sua metafísica,

[...] divide a filosofia em “doutrina da ordem”, que tem por objeto todo o mundo inorgânico, e “doutrina da vida”, que tem por objeto o mundo orgânico. O pressuposto dessa subdivisão é que o organismo não é redutível às formas ou manifestações da ordem inorgânica; ou, em outras palavras, não é uma máquina. (ABBAGNANO, 2007, p. 110).

O organicismo, para Abbagnano (2007, p. 732), é toda doutrina que interpreta o mundo, a natureza ou a sociedade por analogia com o organismo, termo esse derivado da biologia. Por sua vez, o organismo reflete um corpo vivo naquilo que o distingue especificamente do corpo não vivo, ou seja, o conceito de organismo parte da ideia de uma conservação de identidade do ser vivo com certa autonomia, capaz ainda de autoconservação, mesmo que suas estruturas e processos sejam limitados, e que essas estruturas, como células, moléculas e substâncias, sejam repostas frequentemente. Para Etxeberria e Umerez (2006, p. 5), “[...] esse conceito parece ter sido introduzido por Georg Ernst Stahl no início do século XVIII, em oposição ao mecanismo e com referência ao uso aristotélico de organon [...]”.

De forma acertada, Whitehead (1929 *apud* ABBAGNANO, 2000, p. 732) compreendeu a singularidade física dos organismos como um sinal da autonomia (mas não da independência) da biologia em relação às ciências que lidam com níveis de organização que precederam os

---

<sup>19</sup> Concordamos com Meglhioratti *et al.* (2009, p. 39), quando se refere à autonomia como a “[...] capacidade do sistema de agir segundo leis e regras próprias [...]”, considerando ainda a formação dos organismos por “[...] conexão histórico-coletiva e inseridos em um metassistema mais amplo, em uma escala tanto espacial quanto temporal, permitindo a origem de sistemas ecológicos capazes de reciclar componentes necessários à sustentação da organização individual de base [...]” (*Ibid.*, p. 40).

sistemas vivos na evolução do universo, como a física e a química. Porém, não há consenso notório sobre esse tema. Para El-Hani (2002, p. 200) a partir de uma leitura de senso comum, o organismo figuraria como conceito óbvio a ser tratado na biologia, principalmente a partir do século XVII, contudo, estudos históricos e filosóficos da biologia atual têm demonstrado que o organismo perdeu esse papel a partir de uma lacuna conceitual que se iniciou com os avanços empreendidos pela biologia molecular, engenharia genética, bioquímica, biologia celular, juntamente com a síntese neodarwinista.

O problema parece ser que o conceito de organismo se mostra desconfortável, por não ter uma referência clara, conforme afirma Sterelny e Griffiths (1999 *apud* ETXEBERRIA; UMEREZ, 2006, p. 5). Para esses autores, a ideia de organismos como seres complexos, coadaptados e fisicamente integrados é fruto de uma visão de senso comum. Entretanto, é reconhecido ainda que os processos metabólicos se deem devido à diferença entre o interior e o exterior dos organismos, uma vez que os organismos são frequentemente equipados com mecanismos para garantir que o interior permaneça estável, apesar da variação externa.

Mesmo diante dos embates acerca das concepções e teses que sustentaram e ainda sustentam certos posicionamentos na biologia, principalmente no que tange ao aspecto do reducionismo, não se pode negar as conquistas da ciência clássica do século XVII até meados da segunda metade do século XIX, que igualmente balizaram a compreensão da vida pelo viés mecanicista, tendo-se desenvolvido na biologia análises das entidades vivas em suas partes mais fundamentais, como forma de compreender o todo orgânico.

Entretanto, a abordagem organísmica da biologia termina demarcando sua importância ao refutar muitas das teses mecanicistas. Rehman-Sutter (2000, p. 344 *apud* ETXEBERRIA; UMEREZ, 2006 p. 5), por exemplo, aponta que “[...] os organismos têm uma disposição mecânica, mas a disposição mecânica está um pouco subordinada à natureza orgânica [...]”. Por sua vez, o “[...] biólogo Joseph Woodger<sup>20</sup> afirmou que os organismos poderiam ser completamente descritos por seus elementos químicos, mais relações organizadoras [...]” (CAPRA, 1996, p. 39), corroborando a importância dessa nova concepção organísmica da vida.

No entanto o procedimento analítico ainda limita o aspecto mais orgânico da vida, confirmando, assim, um olhar ainda reducionista para a natureza complexa, dinâmica e sinérgica da vida, e limitando os organismos aos seus menores constituintes. O conceito de organismo, agora visto sob o viés sistêmico, se desdobra em seus vários níveis de organização,

---

<sup>20</sup> Joseph Henry Woodger (1894 – 1981), biólogo teórico britânico e filósofo da biologia.

considerando a autonomia, evolução e a emergência de novas propriedades que, somadas a outras visões sobre a natureza da vida, confere-lhes um grau de complexidade inerente.

### 3.1 Emergentismo

A partir do ponto de convergência observado entre as correntes do vitalismo e fisicalismo, o organicismo se apresenta como um novo sistema explicativo associado a uma posição filosófica denominada de emergentismo (EL-HANI, 2002, p. 200).

As raízes históricas do movimento emergentista podem ser encontradas no contexto da filosofia empirista britânica e “[...] datam entre meados do século XIX e começo do século XX como a primeira formulação sistemática do fisicalismo ou materialismo não-reduutivo [...]” (KIM, 1993, 1996 *apud* EL-HANI, 2002, p. 210). O surgimento dessa corrente se relaciona ao contexto da teoria evolutiva, uma vez que, para Meyer & El-Hani (2000 *apud* EL-HANI, 2002), Charles Darwin, naturalista, geólogo e biólogo britânico, enfatizava o caráter contínuo e gradual da evolução, sustentando que as mudanças observadas na natureza eram apenas quantitativas, e não qualitativas.

Em sua descrição histórica, Pessoa Jr. (2013, p. 1) cita John Stuart Mill (1806-1873), filósofo e economista britânico que, ao analisar as relações de causa e efeito em fenômenos sucessivos, além de tratar da composição dessas causas em analogia com a composição vetorial de forças na física, diferencia, através dos seus ensaios com bola de bilhar, as forças resultantes impressas por meio de dois jogadores. A soma das causas do movimento, como resultante dessas simulações, foi denominada por Mill como homeopático e heteropático, para designar, respectivamente, as formas: linear e não linear (em termos atuais) na investigação das causas. Esta última forma foi atribuída à composição química, em analogia com as reações químicas, nas quais as propriedades das substâncias produzidas não correspondem à soma das propriedades das substâncias que reagem.

“O fato de as causas na química e na fisiologia não se somarem de maneira homeopática indicava, para Mill, que é ‘impossível deduzir’ as leis dessas áreas a partir das leis da física [...]” (PESSOA JR, 2013, p. 1). Esse prenúncio já formaria uma das primeiras bases argumentativas acerca da noção de emergentismo.

El-Hani (2002, p. 210) cita pensadores renomados do século XIX, como Marx, Engels, Comte e outros, que iniciaram também a discussão sobre o conceito de emergência. Lloyd Morgan (1923), um psicólogo britânico, através de suas contribuições para a teoria da evolução emergente por meio da novidade qualitativa, colocava a “[...] noção de emergência, pela

primeira vez no centro de uma filosofia da evolução [...] o emergentismo pode ser visto como uma tendência ou corrente filosófica, identificando-se uma série contínua de defensores [...]” (BLITZ, 1992, p. 2 *apud* EL-HANI, 2002, p. 211), passando a ser discutida na filosofia da ciência. Além disso, segundo El-Hani (2002, p. 211), foi admitido como alternativa legítima ao reducionismo e ao holismo por filósofos da ciência, como Popper e Bunge e biólogos como Mayr e Salthe. No entanto, devido à influência do positivismo lógico, El-Hani (2002, p. 211) afirma que o conceito de emergência não se tornou uma parte visível da problemática da filosofia da ciência, momento em que foi colocada em “[...] situação ambígua na comunidade científica por muito tempo [...]” (EMMECHE *et al.*, 1997 *apud* EL-HANI, 2002, p. 211).

Nas décadas de 70 e 80, o debate sobre emergência foi pouco frequente até o seu esquecimento quase total. Logo após, houve uma revitalização do emergentismo, a partir das ciências da complexidade, áreas de investigação interdisciplinar, dinâmica de sistemas não lineares, vida e inteligência artificial, dentre outras áreas que demandavam métodos de investigação por meio dessa noção. El-Hani (2002, p. 15) também cita outro importante motivo para o reaparecimento do debate sobre o emergentismo, que foi o colapso do reducionismo positivista e da visão sobre a unidade da ciência associada a ele.

A noção de emergência diz respeito ao agregado de partículas materiais que, ao adquirir certo grau de complexidade organizacional, permite o surgimento de propriedades genuinamente novas que não estavam presentes nos níveis anteriores ou em suas unidades mais fundamentais, sendo então irredutíveis a elas (STEPHAN, 1992; BEDAU, 2008; O’CONNOR, 2002; VIDEIRA; EL-HANI, 1999). Ou seja, as “[...] propriedades de certo domínio não se reduzem completamente às propriedades de outro domínio (seriam ‘autônomos’), apesar de serem, em algum sentido, produzidos por este outro domínio (ou serem ‘dependentes’ deste) [...]” (PESSOA JR, 2013, p. 1).

Para Pessoa Jr (2012, p. 5), a relação entre os diferentes níveis na natureza se configura com um chão comum no debate entre emergentistas e reducionistas, cujos acontecimentos do nível superior são “dependentes” daqueles do nível inferior, ou seja, os primeiros sobrevivem aos segundos. Nessa direção, conforme Videira e El-Hani (1999, p. 10), o emergentismo cumpriu um papel importante na filosofia das ciências naturais, como a primeira formulação sistemática de uma posição fisicalista não-redutiva.

As noções de superveniência são retratadas por vários autores, como: Kim (1992, 1993, 1996); O’Connor (1994); Mclaughlin e Bennett (2019), os quais abordam a relação de dependência entre as entidades ou propriedades emergentes em diferentes níveis.

É importante observar, porém, certo imbróglio diante do embate entre emergentistas e reducionistas, no que se refere à relação de superveniência entre dois níveis, que fixam um domínio do nível inferior ao de nível superior. Pessoa Jr (2013, p. 5) afirma que fixar não é sinônimo de reduzir, sendo assim, enquanto os emergentistas concordam que o nível superior preserva algum grau de autonomia em relação ao nível inferior, para os reducionistas, essa autonomia é nula.

A emergência de propriedades é identificada por Videira e El-Hani (1999, p. 10) como um problema, pelo menos em função de algumas formulações mais sérias, como a dos fisicalistas: se todos os eventos e estados de nível superior são realizados por eventos e estados físicos de nível inferior, de onde emergem as novas propriedades, uma vez que todo o sistema complexo, ao ser constituído por componentes físicos, apresenta propriedades genuinamente novas que não se encontram como tais, mesmo que se considere as relações dos seus componentes? Para Videira e El-Hani (1999, p. 10), a solução para esse problema está relacionada às noções de causação descendente, que é uma forma de explicar a emergência de propriedades a partir de uma interpretação razoável da ação do todo sobre as partes e se configura como o ponto chave do fisicalismo não redutivo, e “característica definidora da emergência” (PESSOA JR, 2013, p. 5).

Nessa perspectiva, demanda-se uma noção mais elaborada da ação do todo sobre as partes ou de como as partes em suas interações proporcionam a ocorrência de propriedades novas e, assim, contribuem com o todo. Essa abordagem se inicia a partir da contraposição ao programa reducionista tal como mostram Levins e Lewontin (1985, p 3):

Uma maneira de romper com as garras do cartesianismo é olhar novamente para os conceitos de parte e de todo. “Parte” e “todo” têm uma relação especial uma com a outra, na medida em que uma não pode existir sem a outra, assim como “para cima” não pode existir sem “para baixo”. O que constitui as partes é definido pelo todo que está sendo considerado. Além disso, as partes adquirem propriedades em virtude de serem partes de um todo particular, propriedades que não possuem isoladamente ou como partes de outro todo. Não é que o todo seja mais do que a soma de suas partes, mas que as partes adquiram novas propriedades. Mas, à medida que as partes adquirem propriedades, elas se comunicam com todas as novas propriedades, que se refletem nas mudanças nas partes, e assim por diante. Partes e conjuntos evoluem em consequência de seu relacionamento, e o próprio relacionamento evolui”. (LEVINS; LEWONTIN, 1985, p. 3, tradução nossa).

A descrição da interação das partes, na medida em que adquirem novas propriedades, causando estados e eventos de natureza diferenciada e complexa, não pode ser feita por meio de relações lineares ou funções mecânicas de causa e efeito, sob o risco de tal descrição não conseguir abarcar todo o conteúdo e as nuances das partes e, conseqüentemente, do todo, que não é estático.

Parte e todo estão intrinsecamente relacionados na emergência de propriedades, condicionando os organismos a exercerem de forma “autônoma” suas funções vitais, na medida em que aumenta o nível de complexidade na escala hierárquica da vida.

As discussões envolvendo o emergentismo, superveniência e causalidade descendente possibilitaram ao organicismo e, conseqüentemente, à biologia, uma terceira via na interpretação dos fenômenos da vida, fruto da refutação tanto do mecanicismo quanto do vitalismo, como forma de explicar a natureza da vida por meio de leis físicas e químicas, considerando a emergência de propriedades sem, no entanto, recorrer-se ao reducionismo. Portanto, corroboramos a análise de Videira e El-Hani (1999, p. 12) para os quais uma formulação vigorosa do fisicalismo não redutivo faz-se necessária, a partir da combinação das noções de superveniência e emergência.

### 3.2 Níveis de organização da vida

Para balizarmos a discussão sobre o organicismo, é necessário definir, de forma mais específica, o conceito de organismo no âmbito da biologia. Com base em uma visão holística da natureza, surgida principalmente no início do século XX, direciona-se tal olhar para os processos sistêmicos da natureza, processos que são interligados de tal forma que seus constituintes, nos níveis de organização da vida, interagem modificando-se mutuamente, estabelecendo ligações, religações e rupturas de forma frequente, dando a esses organismos e seus processos um caráter complexo, dinâmico e sinérgico na trama da vida.

A biologia, por ser uma área ampla do conhecimento com enfoques diversificados, e aporte conceitual sistematizado no estudo dos seus fenômenos, bem como suas metodologias empregadas, nos coloca questões abrangentes e, ao mesmo tempo, específicas acerca da natureza da vida, que apresenta um alto grau de organização não encontrada em seres não-vivos. Dessa forma, o estudo da vida se estende de escalas microscópicas das moléculas e células até a escala global de todo o planeta vivo, equilibrando estratégias advindas tanto dos modelos mais reducionistas quanto do pensamento sistêmico que, por sua vez, inclui as propriedades emergentes<sup>21</sup>. Esse equilíbrio ocorre quando há uma complementariedade dessas concepções e estratégias na compreensão dos fenômenos vitais.

---

<sup>21</sup> São aquelas que surgem em um nível imediatamente superior da organização hierárquica da vida, na medida em que os componentes interagem apresentando características que não ocorriam, quando estavam isolados em um nível inferior. Essas propriedades são coletivas e surgem como resultado dessas interações.

Dada a complexidade e a dinâmica dos processos que sustentam a vida, a biologia orgânica ou de sistemas se torna relevante para o estudo do fenômeno da vida em todos os níveis de organização. Essas delimitações obedecem a certos esquemas, no que diz respeito aos seus atributos físicos e químicos, surgidos com as propriedades emergentes, bem como a função correlacionada à estrutura física presente em cada nível de organização da vida. A existência de níveis diferentes de organização permite uma sistematização e uma divisão de campos de atuação ou subáreas da biologia voltada para o objeto de estudo específico daquele nível.

Essa sistematização se pauta numa hierarquia, na qual a composição dos seres vivos é relacionada desde as moléculas, passando pelas populações, ecossistemas até a biosfera<sup>22</sup>. Assim, o termo organismo se baliza pelos princípios de organização, enfatizando um determinado nível com maior autonomia dentro de um espectro biossistêmico capaz de formar um todo identificável.

A ideia de níveis de organização nos leva a pensar que a natureza não é um todo homogêneo e que as entidades que a formam se distinguem uma das outras, dependendo do nível de organização ao qual pertencem. Em outras palavras, “[...] as entidades da natureza podem ser consideradas sistemas constituídos por unidades menores que se combinam para formar um todo [...]” (MEGLHIORATTI *et al.*, 2008, p. 121). Desse modo, o organismo realiza a ideia de um todo organizado, autônomo e com identidade, que reflete um determinado nível de organização do sistema mais amplo do qual faz parte. A capacidade de auto-organização em cada nível do sistema revela certa autonomia que reúne no organismo propriedades internas importantes que culminam com as capacidades de manutenção de suas estruturas, processamento de matéria e energia, armazenamento e reações físico-químicas diversas, sem, no entanto, desprezar a interdependência com o sistema de entorno.

A noção de que é possível distinguir diferentes níveis de organização da natureza está associada à representação de uma hierarquia de complexidade de processos, funções e ou estruturas, cujas fronteiras são fixadas “arbitrariamente” ou com base em alguns critérios estipulados para delimitar essas fronteiras, nos quais cada nível apresenta tanto processos internos quanto interações com o ambiente externo como uma unidade imediata nesse espectro, e assim cada nível representa um subconjunto de um nível maior.

Para Odum (2013, p. 3), esse estado organizado de vida é mantido por um fluxo de energia contínuo com trajeto em forma de escada, cujos degraus representam as fronteiras na

---

<sup>22</sup> Embora a finitude do sistema vida, tal qual conhecemos, se depare com a biosfera como sistema maior, colocamos em aberto a possibilidade da presença de vida em outras galáxias e/ou planetas sob os mesmos aspectos e propriedades que conhecemos ou outros que ainda, porventura, venham a surgir.

mudança de níveis da vida, sejam elas contínuas ou naturalmente descontínuas na evolução do universo. Ainda para Odum, considera-se o desenvolvimento como contínuo porque envolve mudança constante, entretanto, ele também é descontínuo porque passa por diferentes níveis de organização.

Esse arranjo hierárquico dos processos naturais, ocorrendo de forma sequencial e ininterrupta, se assemelha a um espectro de radiações que poderiam ser teoricamente estendidos até o infinito nos dois sentidos (*Ibid.*, 2013, p. 3). A divisão em níveis que possibilita uma fragmentação dos processos, oculta ou mascara o contínuo (do grego *avvexéc* e latim, *continnum*) da vida. O contínuo designa uma série de acontecimentos cuja sequência aparenta não ter intervalo, porém, ao término desse longo processo, o início é diferente do final, se considerarmos os desdobramentos desses processos numa série temporal.

Embora essa noção disponha de uma interpretação matemática, para Abbagnano (2007, p. 201 *apud* ARISTÓTELES, *Met.*, XI, 12, 1069), “[...] esse conceito alterna-se com outro, mais intuitivo e menos matemático, segundo o qual, o termo contínuo se mostra com uma espécie de ‘contíguo’, no sentido de que são contínuas as coisas cujos limites se tocam e de cujo contato surge certa unidade [...]”. A continuidade supõe uma dimensão única dos processos que suportam a dinâmica da vida. Permite observar seu trânsito e sua circularidade ao longo do tempo. Essa unicidade de processos biológicos coincide com o que Platão (2011) já mencionava em torno de 370 a.C. através do diálogo de Fedro, quando pergunta a Sócrates sobre o que consiste o segundo ponto de sua referência ao tratar do discurso. Sócrates, então, responde:

Em dividir as ideias pelas articulações naturais, sem decepar nenhum dos seus elementos, como quem procedesse à maneira de um açougueiro desajeitado. Foi o que fizemos há pouco com os nossos dois discursos, ao reduzirmos a uma ideia geral o elemento irracional da alma. (PLATÃO, 2011, p. 159).

Essa comparação imagética do açougueiro, uma forma metafórica de retratar os corpos no campo da retórica, levanta um aspecto importante: a visão e a intenção do açougueiro (sujeito que observa) pressupõe-se que este corpo já estaria sem vida, e, portanto, sem alma, o que a distanciaria da verdade. Esse pensamento é corroborado por Griswold (1996, p.178 *apud* BARATIERE, 2014, p. 57), “[...] quando diz que quando esses animais são cortados por açougueiros ou bem já estão mortos, ou bem esse próprio procedimento há de matá-los [...]”.

Essas divisões apresentadas como naturais e expressas nesse diálogo se conformam e se ajustam internamente diante de um corpo que passa a ideia imediata de organização em diferentes níveis de hierarquia, conforme a corrente emergentista, ou seja, uma totalidade que

se autorregula criando, aparentemente, significados e objetivos em cada nível. Olhar para o corpo como partes que se conectam sugere uma interpretação dada como natural e que, por sua vez, supõe-se algum tipo de propósito. Pessoa Jr (2013, p. 3) relembra o paradoxo de Zenão, abordado por Aristóteles, ao tratar do espaço e do tempo em que este afirmou que essas entidades não possuem partes atuais, mas unicamente partes potenciais. Ou seja, se houver uma divisão da distância em duas metades, aí se poderia falar em duas partes atuais, porém, antes dessa divisão, as partes são apenas potenciais. Ainda para Pessoa Jr, ao passar essa ideia para a constituição dos corpos, exemplificando a divisão do âmbar, o todo é anterior às partes.

Segundo Videira e El-Hani (1999, p. 5),

“há uma razão teórica subjacente à crença reducionista na possibilidade de uma explicação completa das propriedades e funções dos sistemas vivos em termos físicos e químicos que é a ideia de que não há quaisquer descontinuidades efetivas que não sejam mais que meras aparências entre os níveis de organização”.

No entanto, para os emergentistas, face à explicação do mundo natural, essas descontinuidades efetivas são marcadas pelo surgimento de novas regras dinâmicas que requerem outras formas de explicação e não apenas com base nas leis causais e mecânicas, restritas à descrição de micromecanismos.

Nesse sentido, concordamos com Videira e El-Hani (1999, p. 5) ao se referirem a uma visão antirreducionista da teoria de níveis: tanto as descrições do nível micro quanto do macro, em que cabem diferentes níveis de complexidade, se fazem necessárias para a compreensão do mundo natural. Cabe, no entanto, considerar que a história evolutiva dos sistemas é um processo contínuo e, por outro lado, cruza as fronteiras de uma série de diferentes níveis de organização, representando continuidades e descontinuidades na evolução do universo. Assim, cada nível de organização faz surgir novas propriedades, com diferentes níveis de complexidade que, por sua vez, demandam diferentes níveis de descrição, entendimento e métodos de abordagem.

Quando acontece essa organização particular da matéria, bem como suas interações e arranjos entre si, considerando também as trocas e condições do meio no qual ocorrem, forma-se uma entidade com propriedades que a tornam capaz de superar as contingências de efeito deletério, permitindo ainda certo grau de autonomia, baseadas em um programa genético e na história evolutiva. Salientamos a princípio, que esta entidade seja um organismo vivo, isso em quaisquer níveis de organização da vida, uma vez que novas funções surgem a partir da reorganização das estruturas dos níveis anteriores.

Essa autonomia de entidades vivas não se dá por completo, uma vez que essas entidades se vinculam umas às outras e estão sujeitas a processos físicos e químicos do ambiente de

entorno, delimitando o nível de interdependência do sistema considerado. As entidades, em cada nível de organização da vida, vão formando, então, suas identidades, que, por sua vez, compõem as identidades dos níveis seguintes. Seguindo essa escala, chega-se ao “último nível” de um conjunto de níveis que se interpõem, que é a biosfera<sup>23</sup>.

A biosfera seria o nível máximo de organização da vida tal como a conhecemos. Nessa perspectiva, poderíamos considerar a biosfera como um superorganismo, o que é corroborado pela teoria Gaia de James Lovelock (1919), químico inglês, pesquisador e ambientalista, com colaboração de Lynn Margulis (1938-2011), bióloga norte-americana. Gaia se refere à deusa da mitologia grega, que personifica a Mãe-terra, elemento primordial e latente de uma potencialidade geradora capaz de produzir vida. A hipótese de Lovelock considera que a biosfera, bem como os seus componentes físicos estejam intimamente integrados de modo a formar um complexo sistema autorregulador de partes animadas e inanimadas, mantendo as condições ambientais globais em homeostase a favor da vida.

A fim de refutar a comunidade científica à época do lançamento de sua obra, Lovelock (2006, p. 34) idealizou um modelo computadorizado de uma planta escura e outra clara competindo pelo crescimento num planeta com aumento progressivo de luz solar. A esse modelo, Lovelock chamou de Daisworld (mundo das margaridas). Na simulação, foi percebido pelo pesquisador que esse mundo imaginário regulava a temperatura perto da ideal para crescimento das margaridas, além de gerar uma grande variedade de perda de calor nesse sistema. Dessa forma, Lovelock demonstrava que não havia discordância de sua teoria com a evolução darwiniana, principalmente no que tange à unidade da seleção natural disputada pelo organismo e pela biosfera. A interação dos organismos e seu ambiente como um sistema cibernético<sup>24</sup> é tão forte que influenciou as condições físico-químicas no planeta.

Após inúmeras controvérsias, a teoria Gaia passou a ter notoriedade perante à comunidade científica, fortalecendo a base da teoria de Lovelock de que a Terra é um superorganismo vivo, capaz de gerar, regular as próprias condições ambientais e manter a vida, abrigando outras formas de vida, agindo, assim, por meio da auto-organização típica dos sistemas vivos, em favor de sua estabilidade.

---

<sup>23</sup> Em sentido literal significa esfera da vida, ou seja, a parte geográfica do planeta Terra, incluindo mar, solos e ar, onde há ocorrência de vida.

<sup>24</sup> “É uma teoria dos sistemas de controle, baseada na comunicação (transferência de informação), entre o sistema, o meio e dentro do sistema e do controle (retroação) da função dos sistemas com respeito ao ambiente” (Bertalanffy, 2008, p. 43)

### 3.3 O organismo como um sistema

Um grande sistema como a biosfera nos motiva a recorrer ao entendimento da teoria geral dos sistemas ou dinâmica de redes, uma vez que se delinea o arranjo dos diferentes elementos na composição e compreensão de um organismo autônomo e identificável em sua unicidade.

De acordo com Capra (1996, p. 46), o pensamento sistêmico eclodiu no início do século XX através dos biólogos organísmicos, que se opunham tanto ao mecanicismo quanto ao vitalismo e que aprimoraram muitas ideias básicas oriundas de Aristóteles, Goethe, Kant e Cuvier. Ainda para Capra, Ross Harrison<sup>25</sup> foi um dos primeiros expoentes da escola organísmica, que modificou a designação do termo função em fisiologia (bem característico do mecanicismo) para o termo organização. Já o bioquímico Lawrence Henderson, também estadunidense, usou de forma pioneira o termo sistema tanto para organismos vivos como sistemas sociais.

Tendo em vista a correlação entre sistema e organismo, uma definição de sistema e pensamento sistêmico se mostram necessários; “[...] um sistema passou a significar um todo integrado cujas propriedades essenciais surgem das relações entre suas partes; já o pensamento sistêmico se volta para a compreensão de um fenômeno dentro do contexto de um todo maior [...]” (CAPRA, 1996, p. 41).

A organização da vida em níveis hierárquicos não deve ser confundida com as estruturas hierárquicas humanas, uma vez que, nessas estruturas, conforme Capra (1996), a dominação e o controle são bem característicos. Por outro lado, o pensamento sistêmico concebe diferentes complexidades e propriedades emergindo em diferentes níveis, pelo qual não concebe um encadeamento de eventos de forma linear e aditiva. Isso pode ser confirmado por Nededham (1937 *apud* ETXEBERRIA; UMEREZ, 2006, p. 10) ao sugerir a concepção de uma estrutura de níveis e da realidade, segundo a qual existem níveis de organização no universo como formas sucessivas de ordem em uma escala de complexidade e organização.

Dentre outros cientistas que já utilizavam o termo sistema e pensamento sistêmico, temos o biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy, ao qual se atribui a constituição do pensamento sistêmico como um grande movimento científico, cuja obra: *A teoria geral dos sistemas*, publicada entre 1950 e 1968, repercutiu em várias áreas da ciência. “Bertalanffy

---

<sup>25</sup> Foi um biólogo (1870 - 1959) e anatomista estadunidense que desenvolveu novos métodos de cultivo de tecidos fora do corpo, cujas pesquisas se desdobraram em cultivos com células-tronco.

dedicou-se a substituir os fundamentos mecânicos da ciência pela visão holística [...]” (CAPRA, 1996, p. 53). Sua teoria abarca uma variedade de campos científicos e tecnológicos, e aborda os sistemas vivos ou organizações como sistemas abertos que mantêm um contínuo intercâmbio de matéria, energia e informação com o ambiente. Sua abordagem se pauta na necessidade de uma nova concepção no seio das ciências, tendo como alicerce os “[...] novos esquemas ou paradigmas conceituais [...]” (BERTALANFFY, 2008, p. 38) que foram apontados por Thomas Kuhn ao definir elementos de cunho teóricos para as revoluções científicas.

Essa abordagem, embora recebida com incredulidade à época e sendo julgada como

[...] fantástica ou presunçosa [...] ou ainda filosófica e metodologicamente infundada, porque a alegada ‘irreduzibilidade’ dos níveis superiores aos inferiores tendia a impedir a pesquisa analítica, cujo sucesso era evidente em vários campos, tais como na redução da química aos princípios físicos ou dos fenômenos da vida à biologia [...] (BERTALANFFY, 2008, p. 54).

Desse modo, ela se contrapôs à visão da física clássica, que tinha como objetivo “[...] resolver os fenômenos naturais em um jogo de unidades elementares governadas pelas leis ‘cegas’ da natureza” (*Ibid.*, 2008, p. 54). A Teoria dos Sistemas permitiu ressignificar os fenômenos em uma abordagem holística, focando na inter-relação e integração dos elementos cuja natureza se diversifica.

Capra (1996), ao abordar as teorias sistêmicas, aponta características chaves do pensamento sistêmico,

[...] o primeiro deles e o mais geral é a mudança das partes para o todo. Os sistemas vivos são totalidades integradas cujas propriedades não podem ser reduzidas às de partes menores. Suas propriedades essenciais, sistêmicas, são propriedades do todo, que nenhuma das partes possui. Elas surgem das relações de organização das partes – isto é, de uma configuração de relações ordenadas que é característico de determinadas classe de organismos ou sistemas. As propriedades sistêmicas são destruídas quando um sistema é dissecado em elementos isolados [...] (CAPRA, 1996, p. 46).

Nesse sentido, o organismo reúne substâncias de natureza diversa, cuja composição se sustenta por meio da interação, bem como do trâmite de informações (ex.: hormônios, níveis de gás carbônico no corpo, concentração de gases, temperatura, pressão, luminosidade) entre esses elementos que se interconectam e se auto-ajustam diante das contingências do meio que surgem e cuja abordagem pode ser funcional e ou evolutiva. A primeira enfatiza a descrição do sistema em sua forma de funcionamento e a segunda trata da dinâmica adaptativa focada nos mecanismos remotos que explicam o comportamento das populações de organismos em termos

evolutivos e com ênfase nas consequências sobre a sobrevivência e a reprodução desses organismos dentro das populações. Assim, as diferentes ênfases contemplam os aspectos descritivos e evolutivos na formação, desenvolvimento e sobrevivência dos organismos.

Se considerarmos os diferentes níveis que compõem um organismo, desde as moléculas se organizando em organelas citoplasmáticas, passando pelos órgãos, aparelhos ou sistemas, veremos que, em cada nível, os fenômenos observados exibem propriedades que não ocorrem nos níveis inferiores. Esse fenômeno, conhecido como propriedades emergentes, é tratado pelo emergentismo, que adota uma visão contrária ao cartesianismo, cuja base conceitual não consegue apreender tal dinâmica organizacional.

Nesse sentido, Capra (1996) aponta a necessidade de uma mudança do pensamento cartesiano para o pensamento sistêmico na compreensão dos fenômenos que envolvem a vida, uma vez que a

[...] ciência cartesiana acreditava que em qualquer sistema complexo o comportamento do todo podia ser analisado em termos das propriedades de suas partes. A ciência sistêmica mostra que os sistemas vivos não podem ser compreendidos por meio da análise. As propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser entendidas dentro do contexto do todo maior [...] (CAPRA, 1996, p. 46).

A concepção mecanicista da vida, adotada principalmente por Descartes e Newton, se enraizou na ciência do século XVII que concebia os organismos vivos como máquinas atuando semelhantemente aos mecanismos de um relógio. As funções biológicas podiam ser reduzidas às operações mecânicas, governadas por “[...] leis imutáveis [...] intimamente relacionadas com um rigoroso determinismo, em que a gigantesca máquina cósmica é completamente causal e determinada [...]” (CAPRA, 1996, p. 52), fazendo com que os aspectos dos organismos vivos pudessem ser reduzidos aos seus menores constituintes e compreendidos através de leis matemáticas. Capra (1996, p. 59) ainda utiliza o movimento randômico das bolas de bilhar numa concepção mecanicista do universo, para exemplificar que o entendimento da evolução da vida se torna simplista demais.

Esse autor (*Ibid.*, 1998, p. 245) distingue as abordagens mecanicista e sistêmica da vida. A primeira tenta reduzir o funcionamento dos organismos vivos a mecanismos celulares e moleculares bem definidos e a segunda contribui para o pensamento do organismo num contexto funcional e evolutivo, no qual estes organismos apresentam propriedades emergentes, mediante as relações de troca de informação, energia e matéria que estabelece com outras entidades, levando-se em consideração o histórico evolutivo e o espaço em que ocorreram.

A biologia clássica, ainda que esteja baseada numa abordagem mecanicista dos fenômenos vitais, se depara com a necessidade de rever o posicionamento reducionista remanescente da ciência do século XVII que, para Etxeberria e Umerez (2006, p. 4), foi conduzida pelo avanço da biologia molecular, ao passo que a embriologia clássica se deixou conduzir progressivamente a uma biologia do desenvolvimento genético. El-Hani & Emmeche (2000) julgam que a biologia é uma ciência da organização viva, opondo-se à crescente molecularização das explicações biológicas que causam uma “[...] impressão de que os fenômenos biológicos pudessem ser suficientemente compreendidos através de explicações moleculares [...]” (LEWINS; LEWONTIN, 1985; SMITH, 1994; EL-HANI, 1995, 1996, 1997 *apud* EL-HANI, 2002, p. 200).

Com o intuito de desvelar os princípios vitais dos menores componentes que constituem os seres vivos, a biologia se prendeu, então, à molecularização das explicações, fortalecendo o reducionismo e deixando o organismo como uma estrutura secundária. Para El-Hani (2002, p. 200), a síntese neodarwiniana é marcada por uma tendência de ver o organismo como um objeto meramente passivo, sem qualquer influência ativa sobre o ambiente. Entretanto, Dawkins (1941, p. 11), em sua obra intitulada *O gene egoísta*, ao discutir sobre uma disputa aparente para definir a unidade da seleção natural entre gene e organismo, afirma que ambas as estruturas são unidades de seleção e não competem entre si. O gene seria a unidade no sentido do replicador e o organismo seria a unidade no sentido do veículo que transporta o gene.

Esse posicionamento teórico se mostra bem razoável, uma vez que a multiplicidade de fenômenos e seus constituintes que interagem entre si são vistos agora por um prisma da biologia sistêmica que vê, no organismo, um “[...] veículo dinâmico da emergência biológica [...]” (EL-HANI, 2002, p. 200) conduzindo a uma visão mais ampla da natureza da vida.

Alguns autores problematizam tais questões ao tratarem da constituição histórica desses pressupostos, como El-Hani (2002, p. 200), ao apontar que o

[...] o pensamento organicista na biologia do século XX é paradoxal. Um lado, a longa tradição organicista da biologia tem sido, em grande medida, negligenciada, em parte por causa da visão popular, mas bastante superficial, da biologia como uma ciência molecular mecanicista, que, infelizmente, tem sido assimilada pelas gerações mais recentes de biólogos. De outro lado, pode-se afirmar que o organicismo é, num nível mais profundo, a tendência de fato dominante no pensamento biológico.

Considerando os níveis de organização da vida na concepção sistêmica, o organismo se mostra como uma entidade que comporta subsistemas que se interconectam, formando uma grande teia dinâmica de relações na qual “[...] a natureza do todo é sempre diferente do que a

mera soma de suas partes [...]” (CAPRA, 1996, p. 246) e “[...] nenhuma das propriedades de qualquer parte dessa teia é fundamental para ciência. Uma vez que não há fundamentos na rede, os fenômenos descritos pela física não são mais fundamentais do que aqueles descritos, por exemplo, pela biologia [...]” (CAPRA, 1996, p. 46).

Por certo, não podemos ofuscar, mesmo que pautada por uma visão mecanicista e reducionista da vida, os grandes avanços que a ciência, a partir do século XVII até meados da primeira metade do século XIX, trouxe para a humanidade, principalmente nas áreas da medicina e biologia que produziram conhecimentos primorosos como, por exemplo, uma completa descrição da natureza química dos genes e a descoberta do código genético que permitiram avanços significativos na biologia molecular, biologia evolutiva e, a partir daí, toda uma estrutura conceitual acerca dos fenômenos da vida se enraizou, demandando na atualidade uma ressignificação da base conceitual da biologia tradicional, mediante a necessidade de transição para o pensamento sistêmico.

No entanto, como afirma Capra (1996),

A descrição reducionista de organismos pode, portanto, ser útil e, em alguns casos, necessária. Ela só é perigosa quando interpretada como se fosse a explicação completa. Reduccionismo e holismo, análise e síntese, são enfoques complementares que, usados em equilíbrio adequado, nos ajudam a chegar a um conhecimento mais profundo da vida. (CAPRA, 1996, p. 246).

Na perspectiva organísmica, a biologia, conforme Bertalanfy (1993 *apud* ETXEBERRIA; UMEREZ, 2006, p. 8), não pode prescindir da física e da química por não conseguir explicar todos os processos vitais organizados, direcionados para a manutenção, produção ou restauração da totalidade do organismo. A centralidade do conceito de organismo na biologia, defendida por Bertalanfy, retoma a perspectiva sistêmica, uma vez que suas propriedades não dependem da peculiaridade de seus componentes, mas da dinâmica do sistema em que estão articuladas.

A organização biológica, de forma hierárquica, relaciona a parte e o todo em diferentes níveis, colocando o organismo como um sistema organizado, com certo grau de autonomia e dinamicidade em seus processos metabólicos, que o mantém resiliente às contingências internas e externas. Com isso, uma definição de vida nessa direção transfere o foco dos menores constituintes dos organismos na perspectiva reducionista para uma dinâmica de interação entre esses constituintes. Acerca disso Bertalanfy (p. 48, 1993 *apud* ETXEBERRIA; UMEREZ, 2006, p. 9) destaca que “[...] não existe substância viva, porque a característica da vida é a organização de substâncias [...]”.

### 3.4 O metabolismo dos organismos como entropia negativa

Não é possível uma entidade permanecer metabolicamente ativa por longo tempo sem que haja troca de matéria e energia com o sistema de entorno. Considerando o processo respiratório, por exemplo, a maioria dos organismos respira oxigênio e libera gás carbônico, outros o fazem tendo outros aceptores na cadeia final da respiração celular, alimentando-se de compostos químicos (matéria) e devolvendo resíduos para o ambiente que, por sua vez, entram em processos de ciclagem da matéria e depois retornam para o compartimento da vida, reiniciando o ciclo. Essa troca está condicionada às leis da física, assim como às leis da termodinâmica, dentre as quais a entropia<sup>26</sup>, que tende a aumentar em sistemas fechados, é contrabalanceada pelos organismos vivos que são sistemas abertos. Para Schrödinger (1997, p. 83), um organismo se alimenta, na verdade, de entropia negativa onde, através do metabolismo, obtém sucesso em se livrar de toda a entropia que não pode deixar de produzir por estar vivo.

A entropia impõe desafios aos organismos para superar seus efeitos deletérios e, como resposta, os organismos a contrariam através de estratégias de auto-organização, reprodução, coordenação e regulação de processos fisiológicos de forma inversa, indo da desordem para a ordem, de tal forma que essas trocas ocorridas contribuem para os organismos vivos na manutenção de sua estrutura corpórea, através do metabolismo, como forma de dissipar a desordem por meio de produtos residuais degradados, processo que culmina com um estado de homeostase. Sem considerar o aspecto da evolução biológica, tal mecanismo seria inviável, uma vez que foram os variados arranjos dos blocos construtores da vida e, dentre eles, o próprio material genético que propiciaram aos organismos, por meio da seleção natural, adaptações e resiliência nos mais variados ambientes da Terra, além de gerarem enorme diversidade orgânica, permitindo, assim, a sobrevivência.

Por certo, há que se considerar as limitações da física convencional ao fazer suas abordagens em processos físicos e químicos em ambientes fechados, ou seja, sistemas que estão isolados de seus ambientes, aos quais a aplicação das leis da termodinâmica seria salutar, porém guardando-se as restrições em ambientes abertos, onde há troca de matéria e energia com o entorno, como ocorre com os organismos vivos.

---

<sup>26</sup> É um desdobramento da 2ª Lei da Termodinâmica que se refere às transformações de energia num sistema fechado, em que a quantidade de energia disponível para realizar trabalho é sempre menor do que a original. Essa grandeza mensura o grau de irreversibilidade da energia transformada num sistema fechado, estando associado normalmente ao grau de desordem desse sistema.

Todo organismo vivo é essencialmente um sistema aberto. Mantém-se em um contínuo fluxo de entrada e de saída, conserva-se mediante a construção e a decomposição de componentes, nunca estando, enquanto vivo, em um estado de equilíbrio químico e termodinâmico, mas mantendo-se no chamado estado estacionário, que é distinto do último. Isto constitui a própria essência dos fenômenos fundamentais da vida, que é chamado metabolismo, os processos químicos que se passam no interior das células. (BERTALANFFY, 2008, p. 65).

Bertalanffy (2008, p. 65) levanta alguns paradoxos advindos da expansão da física, a fim de incluir os sistemas abertos, mesmo que se tenha esclarecido muitos fenômenos da física e da biologia. Dentre esses paradoxos, Bertalanffy (2008, p. 65), aponta o princípio de equifinalidade, no qual

[...] o estado final do sistema fechado é inequivocamente determinado pelas condições iniciais, o que não acontece nos sistemas abertos. Nestes o mesmo estado final pode ser alcançado partindo de diferentes condições iniciais e por diferentes maneiras, [...] e tem significativa importância para os fenômenos da regulação biológica [...].

O segundo paradoxo pensado por Bertalanffy (2008, p. 67) refere-se à contradição entre a lei da dissipação na física e a lei da evolução de Darwin na biologia, mostrando que em todos os processos irreversíveis em sistemas fechados a entropia tende a “[...] aumentar para um estado máximo de desordem e de nivelamento das diferenças [...]”, em que se aproxima do estado de equilíbrio termodinâmico ou estado de morte. Nesse estado, as “[...] diferenças de potencial químico e elétrico são equalizadas [...], a temperatura se torna uniforme por condução térmica. Depois disso, todo o sistema minguava para o bloco permanente, no qual não ocorre nenhum evento observado [...]” (SCHRODINGER, 1997, p. 81). Bertalanffy ainda afirma que os sistemas vivos, que são abertos, mostram, por meio do seu metabolismo, a transição para uma ordem mais alta, ocorrendo importação de moléculas complexas de alta energia livre, resultando em heterogeneidade e organização, o que os ajuda a manterem-se em um estado estacionário.

À primeira vista, a ordem mantida em células vivas parece violar a segunda lei da Termodinâmica. De acordo com essa lei, num sistema físico isolado, enquanto a entropia aumenta, o que é acompanhado pela crescente desordem, a organização dos sistemas vivos diminui. Porém, se considerarmos o universo em sua totalidade como um sistema fechado, o metabolismo dos organismos que resulta dentre outras coisas em saída de resíduos de seus corpos provoca um aumento da entropia “externa”, interior ao universo. Assim, os corpos mantidos pela entropia negativa (que comparativamente é bem menor do que os resíduos) são compensados pela eliminação desses resíduos, cuja entropia é muito maior.

O fenômeno da vida impede o decaimento das moléculas em formas mais estáveis. Esse processo repele perpetuamente a desintegração e a desordem, fazendo da autorrenovação um aspecto preponderante, como um padrão geral de preservação dos organismos. A luta pela vida que os organismos empreendem ocorre através de várias estratégias e mecanismos que foram constituídos evolutivamente, possibilitando, além disso, capacidades criativas e de resiliência para lidar com as contingências do meio.

### 3.5 Evolução no organicismo

O conceito de organismo guarda uma relação muito próxima com a evolução por seleção natural, uma ideia revolucionária da variabilidade das espécies proposta por Charles Robert Darwin (1809-1882), naturalista, geólogo e biólogo britânico; e Alfred Russel Wallace (1823-1913), naturalista, geógrafo, antropólogo e biólogo britânico. À época, Darwin estabeleceu a hipótese de que todos os seres vivos descenderam, com modificação, de um ancestral comum. O pensamento evolucionista Darwiniano representou uma ruptura com o paradigma da imutabilidade e essencialismo da filosofia clássica, tornando supérfluas as explicações teológicas ou espirituais dos processos vitais, até então compreendidos dessa forma, pois Darwin, por meio de sua teoria, inseriu o componente da variabilidade entre organismos individuais que eram eles próprios a base material com a qual a seleção natural atua, contrapondo-se à visão essencialista que supunham meras imperfeições aos representantes mundanos.

A evolução biológica retrata o aspecto histórico, já que as formas e estruturas do mundo vivo atual resultam de bilhões de anos de evolução. Nesse sentido, entendemos evolução como a mudança na frequência gênica em uma população ao longo do tempo, fazendo com que os organismos gradualmente acumulem diferenças tanto genotípicas quanto fenotípicas de seus ancestrais. A evolução por seleção natural,

[...] uma idéia de beleza singela e de fácil compreensão – pode ser testada cientificamente em todas essas áreas de conhecimento. É uma das idéias mais poderosas em todas as áreas da ciência e é a única teoria que pode seriamente reivindicar a condição de unificar a biologia. Ela é capaz de dar sentido a fatos que ocorrem no mundo invisível de uma gota de água da chuva, nos encantos coloridos de um jardim botânico ou em manadas tonitruantes de grandes animais [...]. (RIDLEY, 2007, p. 28).

No debate evolucionista, é importante frisar a questão das transformações ocorridas no decurso da história evolutiva pelas quais passam os seres vivos a fim de obterem performances

que contribuam para o sucesso reprodutivo e, conseqüentemente, evolutivo, propiciando a perpetuação da espécie e, assim, da vida. Essas performances se expressam desde a organização interna de suas estruturas; da captura e degradação dos recursos e energia do ambiente pelos mais variados mecanismos e estruturas utilizados pelos organismos vivos; da capacidade sofisticada de processamento de informações internas e externas nos organismos, criando condições de autonomia e integralidade de suas estruturas, graças a um programa genético transmitido de geração a geração por meio da reprodução invariante<sup>27</sup>.

Essa reprodução possibilita a passagem de informação genética e cromossômica sobre a qual opera a seleção natural que, por sua vez, cria as condições estruturantes de adaptabilidade dos organismos às contingências do meio. Essa luta pela vida, por assim dizer, passa inicialmente a ideia subjetiva de projeto, intenção ou propósito, algo primoroso, fruto de algum tipo de racionalidade superior. Monod (1971, p. 25) explica esse fenômeno pelo conceito de teleonomia,<sup>28</sup> ou atividades teleonômicas, entendida como aquilo que contribui para o sucesso do projeto essencial e performances dos seres vivos. O projeto seria a conservação da norma estrutural específica da espécie, através da transmissão de uma geração a outra do conteúdo de invariância que lhe é característico.

Ao relacionar evolução e organicismo, uma questão de cunho ontológico se faz necessária: qual seria o papel que o organicismo, sem recorrer ao reducionismo ou à teleonomia, atribui à seleção natural e à adaptação como processos evolutivos? Tal questionamento sugere análises sobre o campo teórico e conceitual que baliza a metodologia adotada pela biologia evolutiva, bem como suas prerrogativas. Logicamente que a resposta que se pretende construir não tem a pretensão de ser a única válida, diante da diversidade de esquemas explicativos e tão pouco pretende-se figurar como inequívoca.

O conceito atual de evolução abarca conhecimentos em biologia evolutiva, molecular e genética que propiciam uma compreensão da teoria moderna da evolução. Entretanto, com a

---

<sup>27</sup> Termo cunhado por Monod (1975, p. 23) ao se referir ao poder de reprodução e transmissão da informação correspondente à própria estrutura complexa, organizada e integralmente conservada, de uma geração à seguinte nos seres vivos.

<sup>28</sup> Abbagnano (2007, p. 9-h) define teleonomia como uma adaptação funcional dos seres vivos e de seus artefatos para conservação e multiplicação da espécie. Esse conceito é atribuído aos organismos vivos e interpretado como atividade orientada, coerente e construtiva. Bazzanella (2013) considera duas condições básicas para a efetivação do comportamento telenômico: 1. Que exista um programa alojado nas estruturas hierarquizadas dos átomos e das moléculas e 2. Que o programa vital tenha uma finalidade que oriente as ações e os comportamentos dos organismos vivos em sua auto-organização. A orientação dos processos que regem a organização da vida se pauta num programa cujas informações foram acumuladas há milhares de anos, pela “[...] lenta ação de fatores externos, de Leis naturais que exigem constantemente das espécies capacidade de interpretação, armazenamento e adaptação diante das novas possibilidades informacionais [...]” (BAZZANELLA, 2013, p 11).

tendência das explicações dos fenômenos biológicos pelo prisma da molecularização, “[...] o organismo se torna pouco relevante para a biologia evolutiva, sendo entendido apenas como um meio no qual a força seletiva externa se confronta com a força interna produtora da variação [...]” (LEWONTIN, 1983; LEVINS; LEWONTIN, 1985 *apud* EL-HANI, 2002 p. 202).

A recusa da teleonomia, bem como do reducionismo, embora tenham sido problematizadas em capítulos anteriores, ao considerar o aspecto, da evolução biológica, comporta algumas considerações que, ainda assim, não finalizam essas questões. O reducionismo<sup>29</sup>, por exemplo, ocupa um lugar importante nessa discussão, uma vez que o progresso da biologia na contemporaneidade se balizou por um aprofundamento das investigações acerca da genética e das estruturas moleculares da vida, gerando a impressão, conforme Levins & Lewontin (1985), Smith (1994), El-Hani (1995, 1996, 1997 *apud* EL-HANI (2002, p. 202), de que os fenômenos biológicos pudessem ser suficientemente entendidos através das explicações com base nos níveis mais elementares da organização da vida, como o nível molecular.

O organicismo aceita a explicação de processos em nível molecular por mecanismos físico-químicos, no entanto, esses mesmos mecanismos, para Mayr (2008, p. 38), desempenham um papel cada vez menor, se não desprezíveis, em níveis de integração mais altos, sendo então substituídos pelas características emergentes dos sistemas organizados. Mayr (2008, p. 41) sustenta que as propriedades emergentes figuram como um dos pilares do quadro explicativo do organicismo que, ao incorporar também os conceitos de programa genético, atribuiu a essa corrente uma qualificação antirreducionista, mantendo, ainda assim, um viés mecanicista.

O aspecto teleonômico na formação dos organismos, no contexto da evolução natural, é refutado devido a um mecanismo evolutivo revolucionário autônomo capaz de explicar, de maneira convincente, a origem e a transformação de novas espécies sem invocar forças naturais; mecanismo esse pautado na seleção natural proposta por Darwin e Wallace. Mayr (2008, p. 33) concorda que a teoria da evolução de Darwin “[...] negava a existência de qualquer teleologia<sup>30</sup> cósmica, substituindo-a por um ‘mecanismo’ para a mudança evolutiva – a seleção natural [...]”.

---

<sup>29</sup> Nessa direção, Bazzanella (2013, p. 10) aponta o organicismo reducionista como uma “[...] redução ontológica das formas de manifestação da vida em suas dimensões biológicas, aos seus componentes físico-químicos [...]”. Sendo assim, quanto mais elevado o conhecimento humano sobre os componentes mais elementares da matéria que formam os organismos, maiores serão as possibilidades de desvelamento dos princípios gerais que fazem dessa particularidade da matéria um ser vivente com características bem distintas.

<sup>30</sup> “Este termo foi criado por Wolff para indicar ‘a parte da filosofia natural que explica os fins das coisas [...]’”. Abbagnano (2007, p. 9-h) Pauta-se no conceito de finalidade por meio de uma causa fundamental para explicar a realidade. Esse significado guarda grande correspondência com a palavra ortogênese.

Para El-Hani (2002, p. 204), a teleologia é interpretada, no organicismo ‘*mainstream*’, como uma teleonomia mais ou menos ‘mecânica’, sendo o resultado da variação cega, aleatória e da seleção natural (‘dirigida’ pelo ambiente), ocasionalmente incluindo alguns aspectos da auto-organização física complexa dos sistemas biológicos (DEPEW; WEBER, 1995).

Por sua vez, a seleção natural opera na variação populacional que afeta a chance de um dado organismo sobreviver e reproduzir-se, gerando e, ao mesmo tempo, selecionando aquelas propriedades que também se estendem aos vários níveis de organização da vida, e que emergem e potencializam, nos organismos, capacidades que os fazem ajustarem-se às condições ambientais adversas.

Um programa genético compondo o sistema vivo se mostra como um traço marcante. A constituição desse programa só foi possível graças a todo o aspecto evolutivo e organizacional da vida, cujo conceito, que ensejou o termo organismo, não teria sido possível sem esse componente evolutivo que postula uma ancestralidade comum, atrelada a uma organização funcional da vida, de forma a reger suas propriedades e seus comportamentos.

Essa concepção permitiu à biologia evolutiva a ideia de que a análise de sistemas complexos não pode prescindir da análise dos seus componentes, tanto das propriedades pelas quais estes componentes interagem e se organizam, quanto das propriedades isoladas de cada componente. Nesse sentido, concordamos com El-Hani (2002, p. 205), quando afirma que “[...] há uma tendência de concepção filosófica do organismo encontrada entre os biólogos, ao mesmo tempo reducionista e emergentista: reducionista em termos constitutivos, por entender os organismos como agregados especiais de moléculas historicamente organizados por meio da evolução por seleção natural; e emergentista, por reconhecer a complexidade e a existência de propriedades emergentes nos organismos [...]”.

O organicismo se configurou como uma terceira via, originada do embate teórico entre vitalismo e fisicalismo, imprimindo um esquema teórico e conceitual na biologia do século XIX. Assim, o organicismo possibilitou, com a derrocada do vitalismo e do reducionismo, a explicação dos fenômenos da vida pautada em propriedades emergentes, causalidade descendente e sistemas complexos que ocorrem em níveis superiores da escalada histórica e biológica da organização da vida.

Embora alguns autores tenham contra-argumentado sobre o papel do organismo na biologia, devido à crescente ênfase nos aspectos moleculares e ao fato da biologia evolutiva darwinista não ter atribuído um papel explicativo claro ao organismo, Meghioratti, El-Hani e Caldeira (2012, p. 8) afirmam que o conceito de organismo pode ser fundamental para a demarcação da biologia como ciência autônoma e com o objeto de pesquisa próprio,

explicitando um conceito de organismo mediante uma abordagem hierárquica e sistêmica da biologia. Portanto, o conceito de organismo faz referência a um tipo de organização biológica atrelada aos aspectos da evolução e da informação genética, o que contribui para estruturação do conhecimento biológico.

## 4 CONCEITO DE VIDA: O CONCEITO E SEUS PROBLEMAS

### 4.1 O conceito em ciências

A comunicação é certamente uma das principais capacidades dos seres humanos, que através da linguagem dão sentido ao mundo, expressando pensamentos, estabelecendo relações entre os entes e possibilitando-nos ainda a ligação entre velhos e novos conhecimentos, uma vez que os conhecimentos são fixados pela linguagem. Assim, para Gomes e Barros (2019, p. 2), “[...] é válido afirmar que a língua, o sistema utilizado na comunicação humana, é o elemento responsável por possibilitar que esse processo de criação de saberes ocorra [...]”.

Diariamente interagimos com entes: coisas, pessoas, sentimentos, cuja compreensão está atrelada à nossa capacidade de dar-lhes significado por meio de conceitos. Dahlberg<sup>31</sup> (1978, p. 102) compreende a formação dos conceitos como a reunião e compilação de enunciados verdadeiros a respeito de determinado objeto. Os objetos são, por sua vez, descritos através de enunciados. Ainda, para a autora, a capacidade do homem para designar objetos, bem como comunicar-se com seus semelhantes é constitutivo da linguagem que pode ser natural, quando se refere às coisas do cotidiano; e especial, como a linguagem da matemática, da lógica, da biologia, por exemplo, que usam conceitos específicos nessas áreas do conhecimento.

Nos diferentes grupos humanos, os saberes são constituídos historicamente num processo dialético entre seus membros e a ampla e diversificada gama de relações que são estabelecidas internamente, constituindo uma memória coletiva, repassada ao longo das gerações. Além disso, o lugar exerce um papel influente, no qual as condições materiais permitem a reprodução das suas culturas. Nesse processo, a linguagem exerce um papel preponderante tanto no senso comum, exercendo uma função social nos processos de comunicação, expressão, compreensão e desenvolvimento humano, quanto no discurso científico, cujo domínio é delimitado pelos objetos e fenômenos de que tratam.

A linguagem, nos domínios da ciência, é apontada por Videira (2000), que assinala que

[...] as atividades de nomear e unir os nomes dos objetos não podem ser compreendidas como traduções diretas para o nível da linguagem daquilo que é captado através da visão, do tato, do olfato etc. Intenções, objetivos, desejos e conhecimentos prévios estão presentes quando o homem, seja ele cientista ou não, descreve e explica o mundo à sua volta. A linguagem é, portanto, mais que uma replicação do mundo. Os nomes e conceitos são convenções, correspondendo quase

---

<sup>31</sup> Ingetraut Dahlberg é filósofa alemã e cientista da informação, falecida no ano de 2017, aos 90 anos, que desenvolveu a Classificação Universal de Codificação da Informação.

sempre a decisões explícitas e arbitrárias tomadas pelos cientistas [...] (VIDEIRA, 2000, p. 21).

Ao mesmo tempo em que Mayr (2005, p. 20) aponta para uma definição que o mesmo considera como abrangente e pragmática de ciência, ele também considera que a ciência é um corpo de fatos (conhecimento) e os conceitos que permitem explicar esses fatos lançam mão dos mecanismos da linguagem para se referir aos objetos, frutos de investigação dos diversos domínios dos saberes, dentre eles, o científico. No entanto, conforme Mayr (1998, p. 28), o uso de conceitos, evidentemente, não se limita à ciência, pois há conceitos em arte, em história (e outras áreas de humanidades), em filosofia, e certamente em qualquer atividade da mente humana.

Nessa direção, Videira (2000, p. 17), ao abordar os conceitos utilizados nas ciências, principalmente a partir das especificidades de cada área, observa que os cientistas expressam a maneira como seus domínios são delimitados e suas investigações se situam. Assim, os conceitos e respectivas ações dos cientistas, para que tenham sentido, devem referir-se a domínios específicos, não sendo válidos em todo e qualquer domínio. Ainda para o autor, esses domínios são delimitados pelos fenômenos e objetos investigados pelas diferentes áreas de atuação dos cientistas e, no caso da biologia, é demarcado pelas questões atinentes aos processos da vida.

Importante frisar, de acordo com Mayr (2008, p. 96), que as teorias nas ciências físicas são geralmente baseadas em leis naturais, e na biologia, em conceitos que tem um papel muito importante na formação de teorias nessa ciência. Ainda para o autor, uma forma de tentar suavizar esse aparente contraste é dizer que os conceitos podem ser formulados como leis e as leis podem ser enunciadas como conceitos, assim, postular-se-ia uma equivalência de valor entre leis e conceitos. Entretanto, levado à rigor, essas equivalências tenderiam a enfrentar dificuldades, uma vez que a filosofia da ciência, por ter seu foco na física, negligenciaria tal equivalência. Lorenzano (2018, p. 449) confirma, apesar de elencar correntes que se posicionam contra e a favor, que “[...] a biologia, como disciplina científica empírica, contém, entre outras coisas, teorias, as quais, por sua vez, incluem leis [...]”. Dessa forma, se as definições e conceitos forem analisados filosoficamente na biologia, podemos encontrar algumas dificuldades que têm sido negligenciada, sendo uma delas o fato de as Leis e princípios físicos serem dominantes nas ciências naturais, tendo seus reflexos na formação de conceitos em biologia. Contudo, Lorenzano (2018), ao analisar as Leis e Teorias em biologia, as quais se assentam em conceitos, sustenta que

[...] nem as leis nem as teorias da biologia são peculiares, ou diferentes, das que podemos encontrar em disciplinas tais como a física ou a química, e que a biologia, considerada como uma disciplina científica, também não é de qualidade inferior se comparada a essas outras disciplinas [...]. (LORENZANO, 2018, p. 450).

Para Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2004, p. 324), as definições podem ser feitas com duas finalidades principais, que são: ou (i) demarcar ou classificar<sup>32</sup> um certo tipo de fenômeno, ou (ii) tornar manifesto e, talvez, até explicar a natureza fundamental desse tipo de fenômeno. Conforme esses autores, a primeira finalidade lida com aspectos descritivos que reúnem um conjunto de propriedades contendo tudo que é necessário para determinar se um fenômeno pertence ou não a um tipo; já a segunda finalidade leva a uma formulação diferenciada da questão, uma vez que definições essencialistas caracterizam um dado fenômeno em termos de seus mecanismos dinâmicos e de organização mais básicas.

Os conceitos exercem um papel muito importante para a formação de teorias científicas, sendo elas “[...] interpretações daquilo que percebemos e acreditamos existir no mundo dos fenômenos naturais [...]” (VIDEIRA, 2000, p. 23), portanto, conforme essa noção, não existem objetos, mas conceitos que, no caso da biologia, vem da “[...] descoberta de novos fatos (observação) e desenvolvimento de novos conceitos [...]” (MAYR, 2008, p. 95), que permitem abordar o mundo natural, a partir do componente linguístico, como um intermediador entre o ser humano e os entes presentes e/ou representados no mundo físico. Importante dizer que essa intermediação não é neutra; ela leva em consideração os pressupostos, teses, hipóteses e teorias prévias presentes nos domínios da investigação científica sobre o objeto empírico, as coisas do mundo. Assim, esses pressupostos que se valem de procedimentos e vocabulários, e que constituem fundamentos para o domínio da ciência, são passíveis de reflexão filosófica.

Não obstante, salientamos que a verdade objetiva, intermediada pela comunicação no domínio científico, não é livre de criações do espírito humano, tal como mencionou um dos cientistas mais célebres da atualidade, Albert Einstein.

Os conceitos físicos são criações livres do espírito humano; eles não são, como se poderia acreditar, determinados unicamente pelo mundo exterior. No esforço que fazemos para compreender o mundo, nós parecemos um pouco com uma pessoa que tenta compreender o mecanismo de um relógio completamente fechado: ela vê o mostrador e os ponteiros em movimento, ouve o tique-taque, mas não tem nenhum meio de abrir o relógio. Se ela for criativa, poderá construir uma imagem do mecanismo, considerando-o responsável por tudo o que ela observa; mas ela nunca estará segura de que sua imagem é a única capaz de explicar suas observações. Ela nunca estará em condições de comparar sua imagem com o mecanismo real e sequer

---

<sup>32</sup> Margulis e Segan (2002, p. 19) entendem que definição é uma palavra que significa “[...] fixar ou marcar os limites de algo [...]” e a palavra vida desafia qualquer definição, uma vez que, apesar de material, é inextricável do comportamento do ser vivo.

poderá representar a possibilidade ou a significação de tal comparação. Assim o pesquisador também crê certamente que, à medida que seus conhecimentos aumentarão, sua imagem da realidade se tornará cada vez mais simples e explicará campos de impressões sensíveis sempre mais amplos. Ele poderá, assim, crer na existência de um limite ideal do conhecimento, que o espírito humano pode alcançar. Ele poderá chamar esse limite ideal de verdade objetiva. (EINSTEIN; INFELD, 1978, p. 34).

Videira (2000, p. 24) corrobora Einstein ao sugerir que as definições científicas são livres criações do espírito humano, assumindo, ainda, como pressuposto que a ciência não se pautou no empirismo, tendo em Bacon um dos grandes representantes desse movimento; e nem nas determinações das essências<sup>33</sup> do mundo, como em Aristóteles. Essa concepção nos fornece pistas sobre a formação de conceitos que, dependendo da área de conhecimento, pode funcionar perfeitamente como ponto de partida da apreensão de métodos e investigações que nos ajudem a explicar o fenômeno ou objeto a ser estudado.

Para Videira (2000, p. 20), as concepções do senso comum e da maioria dos cientistas sobre as ciências naturais, que buscam explicar os fenômenos nesse domínio, mostram que as teorias científicas estabelecem relações de correspondência com a natureza e, com isso, a postura filosófica mais comum entre os cientistas acaba sendo rotulada como realista, por conta da ciência revelar a natureza última das coisas. Essa postura é questionada por Videira sobre sua abrangência para todos os fenômenos da natureza.

Ainda para o autor, essa visão se mostra como um tipo de discurso científico que é fruto de preocupações por parte de filósofos da ciência e epistemólogos, no tocante à problematização de se os conceitos em sua totalidade podem corresponder aos objetos e fenômenos naturais. Nessa perspectiva, Videira (2000, p. 19) questiona: seriam os conceitos que se referem ao mundo os principais? O que seria um conceito principal numa teoria científica? Seria possível determinar uma hierarquia de conceitos? Na visão do autor, diante de uma postura realista, na medida em que o discurso científico se refere à natureza, uma hierarquia de conceitos sugere ser determinada por meio do estatuto ontológico dos objetos naturais que especificam a importância e a função dos conceitos, o que estabeleceria uma ordenação e, conseqüentemente, uma redução em termos ontológicos.<sup>34</sup>

<sup>33</sup> Uma visão essencialista sobre definição de vida tem sido, conforme Emmeche e El-Hani (2000, p. 33), motivo de ceticismo por parte dos biólogos, mediante as tentativas fracassadas em fazê-lo, observando ainda que, conforme essa visão, algo é definido como membro de uma classe se e somente se compartilha com os outros membros um conjunto permanente de propriedades essenciais, situação essa que aponta uma problemática sobre o número e o tipo das propriedades que devam ser incluídas numa lista de condições essenciais.

<sup>34</sup> Essa concepção nos remete a um tipo de fisicalismo reduutivo, já discutido anteriormente, que especifica o fenômeno da vida em seus processos e objetos mais básicos, sem, contudo, considerar as propriedades emergentes e novos métodos de apreensão dos processos que condicionam a vida, sua diversidade e sustentabilidade.

Tal visão se contraporia à ideia de teia de conceitos que também são formulados na atividade científica, uma vez que um conceito não estaria isolado de outros. Como consequência, Videira (2000, p. 22), ao diferenciar as práticas do senso comum e as do laboratório, salienta o modo como os cientistas formulam seus vocábulos e, dessa forma, a definição de um conceito científico seria relevante para que os objetos da prática cotidiana pudessem ser conhecidos.

Nessa direção, Emmeche e El-Hani (2000, p. 35) apontam que o conceito de vida se enquadra em categorias<sup>35</sup> que demandam uma generalização que, por sua vez, inclui uma grande diversidade de fenômenos. Essas categorias se diferenciam dos termos científicos que são mais específicos e, portanto, mais precisos. Ou seja, esse mesmo rigor aplicado a conceitos mais específicos não pode ser utilizado em categorias mais gerais, devendo-se evitar ainda definições obscuras ou excessivamente rigorosas.

Definir um conceito como parte de um paradigma implica inseri-lo em uma rede de conceitos que se sustentam mutuamente e conferem significado uns com os outros. Essa rede de conceitos não pretende capturar a realidade essencial do que está sendo definido (por exemplo, a vida). O que acontece é que o conceito que está sendo definido adquire um significado específico, em virtude de suas concepções com os demais conceitos na rede, que não é apenas uma rede linguística, mas também uma rede de práticas teóricas, experimentais e comunicativas. (EMMECHE;EL-HANI, 2000, p. 40).

Portanto, uma rede de conceitos que se interconectam gera significados não necessariamente no escopo do fisicalismo redutivo, mas com uma visão ampliada, horizontalizando a importância dos vários conceitos que se sustentam mutuamente. Portanto, definir um conceito implica, conforme Emmeche e El-Hani (2000, p.36), inseri-lo nessa rede, sem a pretensão de capturar a realidade essencial do que se quer definir.

A busca por uma definição de vida, nos moldes de uma visão essencialista, que demanda uma lista de propriedades operacionais, não resolve o imbróglio gerado para o estabelecimento de uma definição científica de vida, a fim de que a mesma seja clara, concisa, abrangente e compreensível. Assim, sugere-se outros mecanismos que desfoquem da experimentação e foquem nas ferramentas conceituais, ainda que se busquem propriedades universais<sup>36</sup> dos

---

<sup>35</sup> Dahlberg (1978, p. 102) se refere à categoria como conceito na sua mais ampla extensão e que pode ser obtido pelo método analítico sintético, coletando-se os enunciados verdadeiros que podem ser formulados sobre determinado objeto.

<sup>36</sup> Não podemos negar que a manifestação da vida se dá em diferentes níveis de organização, indo da menor partícula orgânica auto-organizável até a biosfera, que se autorregula através de processos sistêmicos e termodinâmicos de ciclagem da matéria e transformação de energia.

sistemas vivos, de forma a abordar seus fundamentos. Emmeche e El-Hanni (2000, p. 35) observam que, no contexto do século XX, a biologia, além de continuar nas pesquisas de cunho experimentalista, orientadas pela busca de “fatos”, propiciou ferramentas conceituais que possibilitaram a construção de um retrato coerente de algumas propriedades universais dos seres vivos. E, com isso, esses autores levantam a suspeita de que o problema talvez estivesse na visão tradicional sobre definições, e não na vida como objeto de uma definição.

Conceitos como vida, matéria e sociedade, por exemplo, que esboçam uma tipologia de cunho generalista acerca dos objetos da ciência, se aproximam e até se imbricam, embora sejam distintos em muitos aspectos ontológicos. Para conceitos afeitos a essas tipologias generalistas e de caráter integrativo, corroboramos Emmeche e El-Hani (2000, p. 36), quando citam as “[...] *ontodefinições*, para designar definições situadas na fronteira entre a ciência e a metafísica, referindo-se a categorias muito amplas em uma dada visão do mundo [...]”. Contudo, é preciso salientar que as *ontodefinições* têm um caráter vago e implícito no interior dos paradigmas<sup>37</sup>.

De acordo com a afirmação de Emmeche e El-Hani (2000, p. 36), em um paradigma, os conceitos são definíveis em termos de outros conceitos, ou seja, não se concebe que eles adquiram significado por meio de uma relação entre o ato de definir (isto é, de dar um significado particular a um conceito) e a realidade. Nesse sentido, Dahlberg (1978, p. 102), corrobora esses autores ao afirmar que o conceito é constituído de elementos que se articulam numa unidade estruturada. Em nossa análise, essa unidade corresponderia ao paradigma que dirige a pesquisa, se alimenta do conjunto de pressupostos e regras consensuadas na comunidade científica, direcionadas pela estrutura linguística e, por fim, reveladas através da divulgação científica.

Esta tese não isenta e sequer desconsidera a lista de propriedades formais proposta por Mayr (2008) e Smith (1986), reafirmada por outros autores, os quais auxiliam na diferenciação entre seres vivos e não vivos. É sabido que, momentaneamente, alguns desses atributos podem ser citados, o que não invalida a tese da visão paradigmática das definições. A mudança principal, relaciona-se à forma de abordagem, buscando “[...] identificar propriedades que dêem significado ao conceito ‘vida’ à luz de algum paradigma e da rede de conceitos que é parte desse [...]” (EMMECHE; EL-HANI, 2000, p.40).

---

<sup>37</sup>Kuhn (1998, p. 13), em sua obra, define paradigma como realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência. Com isso, “[...] uma comunidade científica, ao adquirir um paradigma, adquire igualmente um critério para a escolha de problemas que, enquanto o paradigma for aceito, poderemos considerar como dotados de uma solução possível [...]” (KUHN, 1978, p. 60).

## 5 A BIOLOGIA COMO CIÊNCIA

O termo biologia foi cunhado com maior precisão no início do século XIX por Lamarck e Gottfried Treviranus, como área do conhecimento voltada ao estudo da vida. Menezes (1986, p. 63), entretanto, nos aponta em seu trabalho a divergência de denominação desde a época de Aristóteles, filósofo da Grécia antiga que já se referia à zoologia através de sua obra *Historia animalium*. E, com sua vasta produção filosófica, Aristóteles dividiu a ciência da época, conforme afirmam Sedwick e Tyler (p. 75 *apud* MENEZES, 1986, p. 63), em três grupos: a teórica, a prática e a criativa, sendo que o primeiro grupo compreendia a metafísica, matemática e física; esta última incluía entre os seus objetos tanto corpos animados quanto os inanimados. A biologia do filósofo estagirita foi pioneira no estudo de comportamentos animais e no emprego da dissecação com o objetivo de observar e relatar (LLOYD, 1968).

O período entre os séculos XVIII e XX registrou marcos temporais de muitas transformações, culminando nas áreas da cultura, filosofia, política, economia e, principalmente, na ciência que se fragmentou em áreas mais especializadas, tendo na física o modelo para estabelecer problemas filosóficos fundamentais como comuns a todas as demais ciências, tendência essa conhecida como reducionismo, que acabaria por se tornar um problema futuro para a autonomia da biologia e, por consequência para o conceito de vida.

No processo de autonomia da biologia moderna que se deu mais especificamente na primeira metade do século XIX, Mayr (2008) aponta duas ações adicionais necessárias:

Primeiro, era preciso empreender uma análise crítica do quadro conceitual das ciências físicas. Isso revelou que alguns dos princípios básicos das ciências físicas simplesmente não são aplicáveis à biologia; tinham de ser eliminados e substituídos por princípios pertinentes para a biologia. Segundo, era necessário investigar se a biologia estava baseada em certos princípios adicionais que fossem inaplicáveis à matéria inanimada. Isso requeria uma reestruturação do mundo conceitual da ciência muito mais fundamental do que alguém pudesse imaginar naquela época. (MAYR, 2008, p. 32).

A biologia elevou-se ao *status* de disciplina autônoma após intensas discussões entre cientistas e estudiosos sobre o reducionismo, não só entre as ciências, mas também no interior delas, como na questão da submissão de processos biológicos às leis da física. Nessa perspectiva, Mayr (2005, p. 28) aponta outros dois conjuntos de eventos que contribuíram para o reconhecimento da biologia: a refutação de certos princípios equivocados, como o vitalismo e a crença na teleologia cósmica; e a percepção do caráter único de certos princípios básicos da biologia, que não são aplicáveis ao mundo inanimado.

Dessa forma, a biologia desdobra-se nos estudos, pesquisas e concepções acerca dos seres vivos e, por conseguinte, da vida que se manifesta em uma gama de processos e mecanismos, mobilizando algumas classificações importantes, como as que Mayr (2005, p. 31) propõe: biologia funcional, que lida com a fisiologia de todas as atividades de organismos vivos; e a biologia histórica, que se mostra indispensável para a explicação dos aspectos do mundo vivo que envolvem a dimensão de tempo histórico.

Por certo, a biologia ocupa um lugar importante na compreensão do mundo natural. Tal lugar, conforme Monod (1971, p. 9), é ao mesmo tempo marginal e central, uma vez que o mundo vivo constitui parte ínfima do Universo conhecido, e seu estudo parece não revelar leis gerais, aplicáveis fora da biosfera<sup>38</sup>.

Mas, se a ambição última de toda ciência é, como penso, a de elucidar a relação homem com o Universo, então devemos reconhecer à biologia um lugar central, pois ela é, entre todas as disciplinas, a que tenta penetrar mais diretamente no cerne dos problemas que devem ser resolvidos antes mesmo que possa ser colocado o da natureza em termos diferentes dos da metafísica (MONOD, 1971, p. 9).

A história natural, a partir do século XVIII, passou a ser entendida como um conjunto de disciplinas científicas com seus próprios métodos, além de princípios que fundamentaram sua autonomia, como a própria biologia que atingiu esse patamar no início do século XX, principalmente com o advento da teoria evolucionista de Darwin e Wallace que, juntos, mudaram a visão de mundo existente na qual, segundo Poliseli *et al.* (2013, p. 108), “[...] se pregava o existencialismo tipológico e determinista, passando então a uma visão de mundo transformista e imperfeito [...]”, consolidando a partir dessa teoria uma chave para o entendimento da diversidade biológica, além de reclamar para si a condição unificadora da biologia, sedimentando e conectando os fatos que ocorrem no mundo natural.

Contudo, faz-se necessário recorrer aos fundamentos, bem como aos métodos das áreas do conhecimento que se voltam para estudar seres vivos e, conseqüentemente, a vida como conceito. As ciências biológicas reúnem áreas cujas teorias, conforme Mayr (2005, p. 35), não se baseiam necessariamente em leis universais, mas em conceitos. Os conceitos, em biologia, ajudam a explicar o mundo vivo, principalmente a partir das narrativas históricas, método heurístico que analisa os fatores que interagem dentro de um sistema, produzindo um

---

<sup>38</sup> Percebe-se um movimento para integrar uma gama de leis, processos e mecanismos, fomentados de certa forma pelo positivismo lógico, numa teoria que busque unificar ou explicar toda a natureza com base num só mecanismo, ou mesmo numa visão que tenha por base uma ciência unificada. Tal movimento se mostra um tanto pretensioso, com riscos de adequar a realidade intrínseca da natureza às concepções humanas em suas relações com o mundo.

determinado cenário que, por sua vez, explica os fatos observados em questão. Para Mayr (2008, p. 98), a “[...] natureza das inferências dependerá da formação e das experiências prévias de seu intérprete [...]”. Esse tipo de abordagem é diferente de explicações que envolvem leis de causalidade e efeito, advindos fundamentalmente do livre jogo das forças físicas e que são submetidos a análises e quantificações pautadas nos métodos da física.

### 5.1 Unidade fundamental da vida?

Há uma certa tendência na biologia em conceber fenômenos complexos ligados à vida a partir de seus componentes mais elementares, como a célula e o DNA. Essa abordagem reducionista já estudada no item 2.2.2.3, configurou triunfos à história da biologia, especialmente na última metade do século XX. Nessa visão, segundo Mayr (2008, p. 70), a compreensão dos processos que ocorrem nos organismos se voltam para a dissecação de seus corpos em componentes menores, cada um dos quais deve ser estudado em separado.

Ainda para Mayr, essa abordagem já era adotada por filósofos jônicos, quando reduziam os fenômenos aos quatro elementos básicos, e na biologia essa visão é bem latente em estudos de anatomia, microscopia etc. Nessa direção, El-Hani (2002, p. 201) aponta que um dos aspectos que mais chamam a atenção na biologia contemporânea é a tendência marcante de molecularização das explicações, cujo suporte da biologia molecular e biotecnologia criaram tais efeitos.

Todavia, é preciso estabelecermos a relação entre estrutura e função que estão interligadas nos processos naturais, conferindo homeostase a cada nível de organização da vida, além de permitirem por meio dessa relação uma otimização da capacidade de reação, ligadas à assimilação de energia e substâncias e sua consequente redistribuição para diferentes partes do corpo dos seres vivos. Um exemplo nessa direção diz respeito à célula, cuja razão entre volume e área de superfície confere estabilidade biológica à troca de matéria e energia com o meio exterior. Dessa forma, explica-se o fato de indivíduos de grande porte possuírem células pequenas, como forma de manter uma razão eficiente entre área e volume celular, ampliando sua capacidade de desempenhar funções diferentes e necessárias para a sobrevivência dos organismos.

As células tornaram-se, então, as unidades estruturais básicas morfofisiológicas de todo ser vivo, consideradas, em seu conjunto, blocos construtores da vida. Com isso, a teoria celular confere um princípio unificador à biologia, cujas premissas são abordadas no tópico 3.3.2.

Importante lembrar que essa unidade fundamental da vida só corresponde às premissas da teoria celular porque carrega em seu interior ácidos nucleicos capazes de replicação e que, em ação conjunta com a evolução, de acordo com Nunes e Oliveira (2000, p. 139), garantem aos sistemas vivos o sucesso na tarefa de autopropagação, não bastando apenas que organismos criem cópias de si mesmos, mas que sejam também aptos a criar novas versões capazes de se adaptar a situações adversas do meio. Nunes e Oliveira (2000, p. 139) concordam com Weber (2015, p. 2) quanto aos fenômenos evolutivos, justamente por assumir que estes apresentam um aspecto inextricável dos sistemas vivos, cujo mecanismo jamais pode ser dissociado de outra característica inerente ao conceito de vida, e, com isso, qualquer tentativa de definir a vida na ausência dessa perspectiva diacrônica será fútil.

Monod (1971, p. 10) concorda que a teoria do código genético, numa acepção ampla da expressão morfogenética e fisiológica dos mecanismos moleculares, se constitui como base fundamental da biologia. Dessa forma, esquematizam-se as espécies viventes atuais e já extintas numa árvore filogenética de compartilhamento da informação genética, fruto de bilhões de anos de evolução. Essa unidade, sobre a qual se assenta a história da vida, iniciou-se entre 3 a 4 bilhões de anos atrás, em meio a aglomerados moleculares estáveis sendo que alguns surgiram com a capacidade de criar cópias de si mesmos, como o RNA ou um precursor, conforme Eigen (1997, p. 23), capaz de assumir a capacidade de armazenamento de informação autorreplicável, necessário para pôr o carrossel da evolução em movimento. Esses constituintes químicos, guardiões da informação genética, se configuraram como os mais remotos da gama de seres vivos. Já o DNA passou a ser o invariante<sup>39</sup> biológico fundamental, e a elucidação de sua estrutura mudou completamente a pesquisa biológica.

Tais afirmações têm respaldo no vasto conhecimento e nas descobertas que se consolidaram nas ciências através dos tempos. É preciso, contudo, considerar que, no processo de evolução da ciência, muitos de seus fundamentos foram conformados de acordo com a visão de mundo, as descobertas e o contexto das diferentes épocas. Como resultado desse processo dinâmico, a biologia no século XVIII, conforme Jacob (1983, p. 122), via na organização dos seres vivos propriedades que caracterizavam um organismo como a soma das propriedades de cada molécula constituinte. Já no século XIX, essa visão muda vertiginosamente, para assumir que essas moléculas são elementos vivos e que não estão apenas reunidos, mas integrados.

---

<sup>39</sup> Os invariantes são capazes de produzir cópias de si mesmo, além de reunirem em torno de si pequenos blocos moleculares de construção. Ridley (2007, p. 551) considera esses blocos como tijolos das construções moleculares da vida e se refere a eles como aminoácidos, açúcares e nucleotídeos.

As unidades devem amalgamar-se em uma outra unidade de ordem superior. É necessário que se submetam ao organismo, que abdicuem de toda individualidade diante da individualidade do todo. Só assim o ser indivisível pode se compor de unidades elementares. O organismo não é uma coletividade, mas um monólito (JACOB, 1983, p. 122).

Assim, a visão de célula advinda do século XVII, que acumulou informações sobre composição e reprodução dos animais e plantas, muda ao admitir as relações entre um ser vivo e seus componentes de forma integrada, esboçando a noção de que seja a célula o primeiro nível de organização da vida. Com isso, resolvem-se dois problemas aparentemente distintos, expostos por Maupertuis (1768) e Buffon (1979 *apud* JACOB, 1983, p. 123), sobre a dissociação entre o estudo da reprodução dos seres vivos e o estudo de sua constituição, em que a decomposição dos seres em células, cada uma delas dotada de todas as propriedades do ser vivo, dá à reprodução, ao mesmo tempo, um significado e um mecanismo.

A busca por uma unidade fundamental da organização da vida parece se alinhar a uma espécie de “[...] ambição platônica na pesquisa sistemática dos invariantes anatômicos [...]” (MONOD, 1971, p. 119). Por esse ângulo, era perceptível uma variedade morfológica, bem como dos diferentes modos de vida. Ainda assim, diante dessa variabilidade, reconhecer certo padrão anatômico comum a certos grupos animais demonstrava uma natureza investigativa bem madura por parte dos estudiosos no século XIX. Isso posto, as afinidades dos diferentes grupos do reino *Animalia* seguia o pensamento da invariância, que classificava, por exemplo, conforme Monod (1971, p. 119), os tunicados no grupo dos vertebrados, que encontrava afinidades entre cordados e equinodermos, além de relações filogenéticas entre ouriços e seres humanos muito mais próximas do que entre estes e os cefalópodes.

Com o advento da bioquímica e a ascendente biologia molecular, a categoria da invariância desce mais ainda na escala da complexa organização do mundo vivo, buscando essa unidade do ser vivo no nível das moléculas orgânicas que se organizam para formar blocos construtores da vida. Com essa base molecular, tanto em estrutura quanto em funcionamento, expressa nos diferentes organismos, os processos químicos são essencialmente os mesmos. Monod (1971, p. 120) aponta como estrutura os invariantes bioquímicos, dos quais todos os organismos são constituídos, pelas duas classes principais de macromoléculas, quais sejam: proteínas e seus aminoácidos em número de 20; e ácidos nucleicos, constituídos de quatro nucleotídeos. Os nucleotídeos arranjados formam o DNA, configurando-se este como o invariante fundamental da vida, sendo que a sequência dessas moléculas especifica um gene, a unidade hereditária que codificará determinado fenótipo do ser vivo.

Já em termos de funcionamento, consoante Monod (1971, p. 120), ocorrem as mesmas sequências de reações químicas utilizadas por todos os organismos para as operações químicas essenciais, tais como mobilização e reserva de potencial químico e biossíntese dos constituintes celulares. Esse complexo de vias metabólicas e suas reações químicas, processado segundo os mesmos mecanismos físico-químicos em todos os seres vivos, caracteriza o metabolismo, ou seja, a capacidade de síntese e de assimilação de compostos, com obtenção, transformação e armazenamento de energia para as atividades biológicas. A transformação de energia, configura-se como uma característica com especificidades próprias, não ocorrendo no mundo não vivo.

A estrutura e o funcionamento do mundo vivo sempre direcionaram as pesquisas sobre processos nos organismos. Importante lembrar que, no século passado, de acordo com Jacob (1983, p. 119), os tecidos, em sua composição para formar órgãos, vinham sendo estudados em função do plano de organização dos animais, tendo como estrutura elementar a fibra. Assim, esse componente elementar dos corpos vivos era a última etapa da análise anatômica, e dissecar um animal com o fim de entender sua organização pautava-se pela análise dos órgãos em função do seu papel fisiológico na totalidade do organismo. No entanto, em concordância com Cuvier (1835, p. xvii *apud* JACOB, 1983, p. 107), diante das analogias, “[...] as máquinas que constituem o objeto de nossas pesquisas não podem ser desmontadas sem ser destruídas [...]”, ou seja, separar partes de um todo orgânico e funcional em sua totalidade para estudá-las significaria desnaturalizá-las. Individualizar quaisquer dessas partes seria pôr um foco errôneo na compreensão do todo, uma vez que o objeto de estudo dissecado está desconectado de seus processos físico-químicos, biológico-históricos, indiferentes à própria fisiologia que lhe é necessária para a realização dos processos vitais.

Nesse sentido, a ideia de unidade elementar, enquanto integração do corpo vivo, impõe à caracterização da célula uma condição de individualidade que não transcende o conjunto, ou seja, ela não conserva sua individualidade em um todo orgânico complexo, antes se integra a outras células e demais estruturas e processos em uma totalidade. Para Jacob (1983, p. 124), essa individualidade detém todas as propriedades e, ao mesmo tempo, é o ponto de partida de todo o organismo. Porém, essa noção se configura reducionista, na medida em que “[...] um fenômeno tinha de ser reduzido aos seus menores componentes para que se alcançasse sua completa explicação [...]” (MAYR, 2005, p. 145), tema bastante discutido por filósofos da biologia, que se soma à problemática das propriedades emergentes. De acordo com Mayr (2008, p. 41), esse termo designa o surgimento de novas propriedades em níveis superiores de organização e integração que não poderiam ser previstas pelo conhecimento dos componentes

em níveis inferiores. Essas questões têm sido negligenciadas pelos reducionistas. Ainda assim, Jacob (1983, p. 124) não vê tanta importância em que todos os organismos sejam constituídos por células, mas sim no fato que a célula possua todos os atributos do ser vivo, sendo a origem necessária para todo corpo organizado.

## 5.2 A Biologia e o conceito de vida

Na virada do século XVIII para o século XIX, o conceito de vida, conforme Corrêa (2008, p. 22), constituiu-se em um problema de cunho científico, momento em que a disciplina de biologia já estava formada, e explicar a vida passou a ser um problema, pois até então o que existia eram os estudos sobre os seres vivos, considerados como categorias taxonômicas das coisas naturais, cujos processos eram explicados com base no fisicalismo. Destarte, já no século XX, Mayr (1998, p. 95) vê na biologia a possibilidade de estudo dos seres vivos a partir de sua composição, sendo possível apenas definir os processos da vida, mas não o conceito.

Nesse sentido, o conceito de vida se mostra desafiador na medida em que novas descobertas surgem, mas também o quanto de nossa linguagem pode ser ressignificada no processo natural de evolução das sociedades humanas, em que pese responder ao imbróglio gerado pela pergunta: o que é vida? Margulis e Segan (2002, p. 28) levantam essa questão como uma armadilha linguística, uma vez que a “[...] vida holárquica<sup>40</sup> e autotransformadora irrompe em novas formas, que incorporam indivíduos antes autônomos como partes integrantes de identidades maiores [...]”. Adiciona-se a essa reflexão a diferenciação da vida, mais pelo comportamento dos componentes químicos do que pela própria composição. Para Margulis e Segan (2002, p. 28), a vida na terra se assemelha mais a um verbo do que um substantivo, pois ela conserta, sustenta, recria e supera a si mesma.

A busca por um conceito de vida na biologia demanda reflexões epistemológicas e ontológicas mais do que experimentais, por isso, dificilmente se coloca como prioridade nos programas de pesquisa ou mesmo na construção de conhecimentos na biologia, o que em parte justifica a “[...] postura cética dos biólogos frente ao que é entendido como especulação

---

<sup>40</sup>Palavra cunhada por Arthur Koestler em seu livro *The Ghost In The Machine*, em 1967, para expressar a coexistência de partes menores e, totalidades maiores. Aos componentes, Koestler deu o nome de “hólons – totalidades que também funcionam como partes [...]”. (MARGULIS; SAGAN, 2002, p. 266) ou seja, o hólons se comporta como parte e todo ao mesmo tempo. Nesse sentido, um organismo não se traduz apenas na agregação de partes, mas partes em outras partes que se auto-organizam em sistemas abertos, exibindo propriedades autônomas dos conjuntos. Todo no sentido de serem estruturas integradas e também partes de todos maiores, em níveis superiores de complexidade. O termo holárquico também evita a expressão ‘hierarquia’, carregado de valor, pois tem topo e base, não sendo possível em um hólons, já que ele é ao mesmo tempo um todo e uma parte.

‘meramente teórica’ ‘ou metafísica’ em contraste com os ‘fatos’ da pesquisa experimental [...]’ (EMMECHE E EL-HANI, 2000, p. 32) Com isso, a definição de vida não teria nenhuma utilidade para a resolução dos problemas experimentais que constituem o cotidiano da pesquisa biológica. Videira (2000, p. 26) corrobora essa noção ao afirmar que diferentemente do que acontece na física, na qual existe uma forte interdependência entre os seus ramos teóricos e experimental, na biologia, a ênfase concentra-se principalmente na experimentação e não na análise teórica.

É perceptível que, historicamente, na prática das ciências naturais, as questões objetivas são postas como prioridades nos programas de pesquisa e amparadas por uma metodologia igualmente objetiva. O problema está na necessidade de se abordar os fundamentos que alavancaram aquela área do saber, fazendo-se acompanhar do fazer científico. Kuhn (1970, p. 13), ao comparar as ciências naturais com as ciências sociais, traça um paralelo semelhante ao dizer que a prática da astronomia, da física, da química ou da biologia normalmente não evocam as controvérsias sobre fundamentos que atualmente parecem endêmicas entre, por exemplo, psicólogos ou sociólogos. Essa problemática pode justificar, em certa medida, o quanto os biólogos podem demonstrar desinteresse pelas questões atinentes à biologia teórica, por exemplo, e com ela, a questão dos grandes e polêmicos temas.

Outro motivo destacado por Emmeche e El-Hani (2000, p. 33) acerca do ceticismo dos biólogos para definir vida é o fato de que todas as tentativas falharam, sendo a visão essencialista<sup>41</sup> de algumas definições uma das razões, que contraria a visão das ciências biológicas que, de modo geral, é notavelmente uma ciência “não-essencialista”. Embora a biologia lide com uma lista de propriedades para diferenciar sistemas vivos de não vivos, que podem ser verificadas, a dificuldade maior para se definir vida reside no fato de que “[...] não podemos ter acesso à essência da vida [...]” (*Ibid.*, 2000, p. 34).

Mayr (2008, p. 20), ao perceber o problema da definição de vida, atribui a essa entidade uma reificação do processo de viver (não existindo como entidade independente), sendo possível lidar cientificamente com os processos vitais, mas não com uma entidade abstrata, como a vida. Contudo, isso não contradiz a defesa de uma biologia autônoma, capaz de diferenciar seus objetos e métodos de estudo da química e física no tocante a sistemas vivos, requerendo uma caracterização precisa do seu principal objeto que é a vida, escopo no qual se

---

<sup>41</sup> “De acordo com essa visão essencialista, algo é definido como membro de uma classe (no caso, “coisas vivas”) se e somente se compartilha com os outros membros um conjunto permanente de propriedades essenciais, que podem ser listadas e verificadas [...]” (EMMECHE; EL-HANI, 2000, p. 33).

especificam em processos, entidades, fenômenos, interações, emergências, mecanismos largamente estudados pelos diferentes ramos da biologia.

Diante desses desdobramentos, sabe-se que uma tentativa de definir vida deve encontrar barreiras entre céticos, entre os que acham que se deve esperar por teorias biológicas mais rigorosas e abrangentes e os que não veem importância na definição de vida, uma vez que ela não teria influência na pesquisa experimental. Entretanto, um esforço para se definir vida, levando-se em conta os aspectos e os condicionantes necessários, se justifica por ser útil para a delimitação do objeto de estudo desse tema.

Esse esforço demonstra a necessidade de um repertório filosófico pouco trabalhado nessa área de conhecimento que se vale mais pela experimentação, observação *in natura* e narrativa histórica. Observa-se essa deficiência na baixa quantidade de publicações científicas em biologia teórica. Assim, corroboramos com Emmeche e El-Hani (2000, p.32), quando afirmam que a biologia teórica é tão importante quanto uma biologia experimental. Não seria possível, escapar do problema da definição de vida, por ser este o problema central da biologia teórica, requerendo uma caracterização mais ou menos precisa do seu objeto: a vida. (RIZZOTTI, 1996 *apud* EMECHE; EL-HANI, 2000 p. 32-33).

Importante frisar que a biologia se consagrou como ciência autônoma a partir de conjuntos de fatores que a diferenciaram do conjunto das ciências exatas. Grande parte desses fatores balizaram princípios e métodos próprios de investigação do fenômeno vida e foram corroborados pelas novas descobertas no campo da ciência. Dentre essas descobertas, figura-se a importância de novos conceitos que permitiram o avanço não só da biologia como também de outras áreas do conhecimento. Mayr (1998, p. 42) assegura que o progresso científico está intimamente ligado ao desenvolvimento de novos conceitos (especialmente nas ciências biológicas) e no repetido aperfeiçoamento das definições pelas quais esses conceitos são articulados. Ainda, para Mayr (2008),

[...] conceitos como competição, origem comum, território e altruísmo são tão significativos na biologia quanto são as leis e descobertas nas ciências físicas, e assim mesmo sua importância foi estranhamente ignorada até bem recentemente. Essa negligência se reflete, por exemplo, nas categorias estabelecidas para o prêmio Nobel. Mesmo se houvesse um prêmio Nobel para a biologia (o que não é o caso), Darwin não poderia ter sido premiado pelo desenvolvimento do conceito de seleção natural - certamente o maior feito científico do século XIX - porque a seleção natural não foi uma descoberta. Essa atitude que favorece descobertas em detrimento de conceitos continua até os dias de hoje, mas em menor grau do que nos tempos de Darwin. (MAYR, 2008, p. 49).

Considerando a importância dos conceitos comumente utilizados nas ciências biológicas, além de concordar que “[...] não são os fenômenos que originam os conceitos, mas, sim, os objetivos que estabelecemos e as perguntas que fazemos à natureza [...]” (VIDEIRA, 2000, p. 17), discutir o conceito de vida, integrando o léxico, o significante e significado e demais mecanismos do aparato linguístico, amplia o ferramental analítico e, com isso, possibilita-nos uma elaboração mais clara, precisa e compreensível do conceito de vida, condizente com os aspectos e princípios da biologia.

Chama-nos a atenção o fato de que o “[...] fenômeno da vida mostra [...] muitos lados diferentes (que aparecem vários níveis de organização), não sendo fácil capturar todos eles em um único esquema conceitual [...]” (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2004. p. 324). Essa dificuldade se amplia com a capacidade de diversificação da vida, a complexificação dos mecanismos metabólicos resultando em resiliência, homeostase, neguentropia e, conseqüentemente, a perpetuação da vida.

De acordo com Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2004. p. 323), a vida é um fenômeno complexo que requer não apenas sistemas individuais de autoprodução e autossustentação, mas também uma organização histórico-coletiva desses sistemas individuais que traz consigo uma dinâmica evolutiva. Esse aspecto evolutivo é o paradigma atual no qual se busca definir vida.

Embora muitos biólogos céticos tenham a crença de que nenhuma teoria geral da biologia esteja disponível, a ponto de reunir elementos teóricos robustos para uma definição consensuadas de vida,

[...] as pesquisas perspicazes realizadas durante as últimas décadas em áreas como bioenergética, enzimologia ou genética nos fornecem um corpo de conhecimento que é profundo e amplo o suficiente para tentar estruturá-lo em torno de alguns conceitos fundamentais "provisoriamente universais". Esse esforço, por si só, pode ser muito útil para o desenvolvimento de uma biologia geral e melhor formalizada. (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2004, p. 323, tradução nossa).

É bem sabido que os vários níveis de organização da vida sugerem uma multiplicidade de aspectos teóricos e práticos que reforçam a autonomia desse conhecimento científico e, tratá-lo à base de um monismo ontológico que reduz os diversos processos, dinâmicos, emergentes e complexos da biologia a um princípio só, pode nos levar a equívocos. A pretensão de valer-se de ideias que apregoam a unificação da ciência, a partir de uma possibilidade de redução do todo ao nível fundamental, parece-nos inadequado, mesmo que se busque, conforme a problematização colocada por Martinez (2018, p. 429) se há possibilidade de se “caracterizar o

mecanicismo<sup>42</sup> [...] de tal forma que seja possível dar conta das explicações em diferentes tipos de ciência” Esse modelo explicativo que, em última instância, tenta identificar as leis universais que descrevem os processos do mundo vivo se caracterizam por princípios de organização voltados às complexas interrelações de causa e efeito e autodeterminação que possibilitam a manifestação da vida como a conhecemos.

Essa abordagem nos situa frente tanto ao reducionismo, quanto ao monismo que se apoia na ideia de unificação da ciência. Salientamos que, para Martinez (2018, p. 434), a unificação é provisória e derogável e refere-se à integração de processos complexos que tendem a apoiar-se mutuamente na geração de explicações e predições exitosas. Segundo Craver (2007 *apud* MARTINEZ, 2018, p. 435), a unidade da ciência deve ser entendida como um mosaico: uma diversidade de explicações (mecanicistas) que se encaixam umas nas outras na medida em que contribuem para o entendimento de processos complexos em diferentes níveis de organização.

No entanto é possível que o interesse por uma definição de vida se baseie numa perspectiva alinhada a uma visão universalizante da biologia. Ainda assim, a vida que se manifesta no planeta Terra apresenta unidade, na medida em que todos os seres vivos compartilham propriedades que os diferenciam da matéria inanimada.

Diante das tentativas contínuas de definir vida, por estudiosos, filósofos e biólogos, torna-se importante se delimitar um conjunto de pressupostos aos quais uma definição de vida deve satisfazer.

---

<sup>42</sup>Martinez (2018, p. 427) considera o modelo explicativos associado ao mecanicismo como um tipo de reducionismo explicativo mais conhecido e mais desenvolvido como alternativa para as propostas lógico-empiristas.

## 6 ALGUMAS CONCEPÇÕES DO CONCEITO DE VIDA

Diferentes culturas organizam seu conhecimento de diversas formas. A classificação é uma dessas, cujos aspectos da realidade são categorizados conforme critérios, por vezes, mais ou menos arbitrários em que entidades são agrupadas sem estabelecimento de distinções ou semelhanças dos objetos que agrupam; já outros são consensuados com base em alguma fundamentação que, de certa forma, se respalda em alguma justificação e passa a ser aceito por membros de grupos sociais e suas instituições.

A classificação de plantas e animais, por exemplo, já era bem difundida em diversas culturas, principalmente nos povos originários e tradicionais, que se traduzem nas relações que esses grupos humanos têm com seu ambiente, acabando por ser objeto de estudo da etnobiologia<sup>43</sup>, ramo da biologia que trata das relações que os humanos possuem com os recursos naturais. Nas ciências biológicas, é de praxe o uso de classificações, como forma de organizar, hierarquizar ou ordenar conhecimento construído nessa área. Sobre os seres vivos destacam-se a taxonomia e sistemática, áreas da biologia que tratam, respectivamente, da nomenclatura e descrição dos seres vivos, e a outra, além desses aspectos, considera também as relações evolutivas entre os seres vivos classificados.

A classificação a ser adotada na presente tese visa organizar, ainda que de forma sumária e sem a pretensão de esgotar o debate, as diferentes concepções sobre vida, adotadas por alguns filósofos e biólogos que têm se debruçado sobre essa questão; além de buscar as premissas sobre as quais esses autores se balizam para suas afirmações. A ideia é estabelecer um esboço geral dessas concepções em que pese as dificuldades e vicissitudes para definir vida, tentando categorizá-las mediante algum critério possível para distinguir umas das outras.

Como critério, estipulamos duas categorias que se sustentam na premissa de tratarmos a vida como um fenômeno físico e, portanto, lançando mão do fisicalismo não reduutivo já tratado na presente tese. Desse modo, agrupamos as abordagens selecionadas em três grupos para essa sistematização. As concepções fortes são aquelas que assinalam que, para uma entidade ser considerada viva, elas devem possuir necessariamente uma ou mais propriedades. Nessa concepção forte, sugerimos duas subclassificações: uma que prioriza apenas uma categoria ou propriedade com base na vida na terra. Apontamos alguns autores que se mostram alinhados à essa corrente, como: Schrödinger (1997), que abordaremos com mais profundidade,

---

<sup>43</sup> Outra definição, requerida por Berlin (1992) e Gadgil *et al.* (1993 *apud* BEGOSSI, 2004) é “[...] o conhecimento que as comunidades humanas possuem acerca dos recursos naturais e ecossistemas dos quais dependem para as suas atividades comerciais ou de subsistência [...]”

Dawkins (2007), Maturana e Varela (2003), cujas ideias centrais serão apenas referenciadas nesta seção. A outra subclassificação estabelece várias categorias ou propriedades para definir uma entidade como vida, e os autores que mais se alinham à essa temática são: Oparin (1955), Bedau (2008) e Mayr (1998, 2005, 2008). No caso do biólogo Ernest Mayr, salientamos que suas ideias se encontram disseminadas ao longo da presente tese.

Já as concepções fracas não reconhecem a existência de critérios independentes do interesse de quem fornece a descrição para determinar o que é vida. Dentre os autores, citamos Dupré e Maureen A. O'Malley (2009), como representantes dessa linha.

As concepções negacionista negam a possibilidade de uma definição do conceito de vida.

A intenção é sistematizar as diferentes correntes de pensamento para podermos, após análise, adotar um posicionamento frente a essas opções, de forma justificada e ocasionalmente propositiva como contributo às discussões. No quadro 1, apresentamos um resumo das concepções de vida que esboça a classificação sugerida no presente trabalho.

Quadro 1 – Concepções de vida

	Descrição		Autores
<b>Concepções Fortes</b>	Assinalam uma ou mais propriedades como condições para uma entidade ser considerada viva.	• Uma categoria	Ex.: Schrödinger (1997), Dawkins (2007), Maturana e Varela (2003)
		• Várias categorias	Ex.: Oparin (1955), Mayr (1998, 2005, 2008), Bedau (2008)
<b>Concepções Fracas</b>	Não reconhecem a existência de critérios independentes do interesse de quem fornece a descrição para determinar o que é vida.		Ex.: Dupré e O'Malley (2009)
<b>Concepção negacionista</b>	Nega a possibilidade e a utilidade de uma definição para o conceito de vida.		Ex.: Cleland <sup>44</sup> & Chiba (2002)

Fonte: O autor, 2022.

<sup>44</sup> Carol Edith Cleland é uma filósofa da ciência norte-americana, professora da Universidade do Colorado Boulder. Ela vem se pautando em artigos anteriores, inclusive publicados em parceria com outros autores para difundir a ideia de que uma definição para explicar a natureza da vida é mal orientada. Pautada em filosofia da linguagem e da ciência, ela explora uma variedade de abordagens usadas para “definir” a vida, argumentando que são defeituosos, tanto do ponto de vista filosófico quanto científico. Cf. Cleland e Chyba (2002), Cleland (2006, 2012).

## 6.1 Conceito de vida em Schrödinger

Erwin Schrödinger foi um físico teórico austríaco, nascido em Viena em agosto de 1887 e falecido em janeiro de 1961 na própria Áustria. Ficou conhecido por suas contribuições à física quântica, através da mecânica de ondas, formulando a equação que leva o seu nome, pela qual recebeu o prêmio Nobel de Física em 1933. Schrödinger teve múltiplos interesses debruçando-se em temas bem variados e complexos como: ética, biologia, história da ciência, dentre outros.

Na área da biologia, Schrödinger lançou o livro: *O que é vida? os aspectos físicos da célula viva*, que foi publicado em 1944, baseado numa conferência realizada em Dublin em 1943, que conferiu a base para suas obras numa tentativa de interpretar a vida em termos dos conhecimentos de química e física, com ênfase nos aspectos quânticos e termodinâmicos. Seu objetivo era explicar, por meio das leis físicas, o funcionamento dos organismos, reconhecendo ainda que algumas leis no futuro viessem a ser formuladas, a fim de complementar o quadro conceitual de sua obra. Uma de suas preocupações foi a questão da redutibilidade dos fenômenos biológicos a fatos físico-químicos, cujo teor foi tratado em capítulo anterior e que demonstra a complexidade da vida necessitando de um corpo conceitual e metodológico que desse conta das vicissitudes e nuances do fenômeno vida.

Embora Schrödinger tenha se pautado na física como área principal de atuação, sua base conceitual permitiu-lhe desenvolver argumentações que se alinharam às descobertas da pesquisa biológica, principalmente da genética, biofísica e neurociências. Porém, sua importância não se limitava somente à física, fazendo com que o físico produzisse reflexões filosóficas importantes em áreas como: Filosofia da Ciência, Filosofia da Natureza, Ontologia, Epistemologia e Ética.

Schrodinger reconhece a incapacidade da física e química para lidar com a questão da vida em sua completude, e, de forma muito modesta, se coloca como físico ingênuo. No entanto, ele busca se respaldar especificamente nas leis físicas, que se pautam em estatística atômica. De acordo com o autor, para que o comportamento dos sistemas físicos seja regular, faz-se necessário que esses sistemas sejam submetidos a uma lei estatística chamada lei dos grandes números que são exemplificados no comportamento paramagnético<sup>45</sup> de alguns materiais ou na difusão de uma solução com concentração variável. Assim, como esses sistemas são compostos por um grande conjunto de átomos ( $n$ ),

---

<sup>45</sup> Propriedade que alguns corpos possuem, ao serem expostos à ação de um campo magnético externo. Assim, essa magnetização se dá de forma paralela ao campo e magnitude proporcional à intensidade.

“Apenas na cooperação entre um número enormemente grande de átomos podem as leis estatísticas começar a operar e controlar o comportamento desses assemblées, com uma precisão que aumenta conforme aumenta o número de átomos envolvidos” (SCHRÖDINGER, 1997 p. 23)

Dessa forma, os átomos são submetidos a uma estatística atômica que os considera intervenientes nos organismos<sup>46</sup>, cuja precisão da lei física se dá em função do erro amostral  $\sqrt{n}$  (onde  $n$  é o número de partículas constituintes do sistema). À vista disso, quanto maior for o  $n$ , maior é a precisão da lei, ou seja, mais ela se comporta de forma regular e previsível; se não fosse assim, estaríamos sujeitos a um movimento aleatório e irregular, denominado movimento browniano<sup>47</sup>.

Em vista de um comportamento regular dos átomos ditado pela mecânica, faz-se necessário percorrer o domínio da lei estatística dos grandes números já exemplificados por Schrödinger. Com isso, Schrödinger (1997, p. 22) ratificou que, além de aspectos da biologia demandadas por melhor compreensão, o funcionamento de um organismo exigiria leis físicas precisas apoiadas na estatística atômica e, portanto, aproximadas.

Para Schrödinger (1997), os átomos se submetem a movimentos desordenados e complexos, não podendo ser explicados em sua totalidade pelas leis conhecidas. Por isso, Schrödinger lança mão da estatística por meio da qual o maior número de amostras possibilita formular hipóteses bastante precisas.

Por certo, há implicações da física estatística sobre a célula viva, sobretudo nos mecanismos de hereditariedade. Importante destacar que houve descobertas relevantes nessa área, como as de Mendel com ervilhas, publicado em 1866; a de Thomas Morgan, em 1909, com os cromossomos e os genes enfileirados dentro deles. Tais descobertas, provavelmente, corroboraram a visão de Schrödinger (1997, p. 31) na década de 40, do gene como uma estrutura multiatômica que balizaria os processos biológicos. Já a “descoberta” da estrutura do DNA, expressa em um modelo tridimensional, proposta por Watson e Crick, teve no “[...] livro de Schrödinger a influência decisiva que persuadiu Watson a estudar a estrutura dos genes [...]” (GOULD, 1997, p. 36) apresentada à comunidade em 1953.

O conhecimento mais detalhado das características e dos mecanismos da meiose e do *crossing-over* dos cromossomos permitiu a Schrödinger (1997) observar uma dessas implicações, buscando explicar as mutações gênicas a partir das discontinuidades quânticas na

---

<sup>46</sup> Átomos que se influenciam mutuamente, devido ao partilhamento dos elétrons de valência.

<sup>47</sup> Conforme Schrödinger (1997, p. 26), é um movimento irregular provocado por leves e pequenas gotículas sensíveis ao impacto de uma molécula isolada daquelas que perpetuamente martelam sua superfície.

molécula do gene. Essas descontinuidades também foram observadas na transição de um estado de energia, através dos saltos quânticos<sup>48</sup> que ocorrem nas diferentes moléculas atômicas. Além disso, ele usa o modelo de Max Delbrück<sup>49</sup>, como forma de entender a mutação como uma mudança isomérica<sup>50</sup> que afeta parte do gene. Nesse caso, o limiar de energia que separa as duas configurações de moléculas que são isoméricas é alto o suficiente para que as mutações sejam raras. De certa forma, a quantidade de energia demandada nessas significativas mudanças explica o motivo pelo qual a radiação aumenta a taxa de mutação.

Seu questionamento busca na mecânica quântica os princípios básicos de todos os agregados de átomos presentes na natureza. Ele aborda não só o tamanho do gene, mas também sua permanência diante da influência perturbadora do movimento térmico a que a substância hereditária está continuamente exposta. De posse dessas observações, o gene poderia facilmente ser destruído por conta das flutuações térmicas, coisa que a física da época não tinha capacidade de explicar, porém, era sabido, através da teoria quântica, que uma molécula com poucos átomos era estável e poderia seguir mantendo-se assim por várias gerações.

Schrödinger (1997, p. 44), como grande contribuidor da teoria quântica, relaciona alguns desses princípios a partir dos estudos de De Vries, que foi o precursor do estudo experimental da evolução nos seres vivos, para demonstrar que as mutações se dão em saltos quânticos na molécula do gene, permitindo, então, a atuação dos processos da seleção natural, uma vez que, não ocorrem energias intermediárias entre dois níveis de energia vizinhos. Essa transição de um estado para o outro que, se adequa à teoria da estabilidade da molécula.

Importante ressaltar que Schrödinger concebeu sua visão física da molécula que constitui o gene, fazendo-a corresponder a um plano de desenvolvimento altamente complicado, demandando um mecanismo específico para pô-lo em operação.

Ao elucidar os aspectos atinentes do grau de estabilidade e do estado físico da matéria e, conseqüentemente, da molécula que forma o gene, Schrödinger atribuiu ao material genético a característica de cristal ou sólido aperiódico<sup>51</sup>, uma estrutura complexa capaz de

---

<sup>48</sup> Schordinger (1997, p. 65) se refere a salto quântico, como a transição de uma configuração molecular relativamente estável para outra. Esse termo também é conhecido como transição eletrônica. O salto quântico se baseia no modelo Rutheford-Bohr para mostrar a transição de um elétron de um nível quântico de energia para outro nível.

<sup>49</sup> Biólogo alemão, naturalizado nos Estados Unidos, nasceu em Berlim em 1906 e faleceu em 1981. Ele estimulou o interesse pela biologia em vários físicos.

<sup>50</sup> Schrödinger (1997) utiliza os trabalhos de Boltzmann, físico austríaco, para explicar os conceitos de isomeria, que significa moléculas com a mesma fórmula química, os mesmos tipos e números de átomos, porém os átomos são arranjados diferentemente.

<sup>51</sup> Em seu livro, Schrödinger (1997, p. 71) se refere à molécula presente no gene como cristal aperiódico, por considerar que essa estrutura agrega moléculas cada vez mais extensas, e sem usar o monótono expediente da repetição que ocorre em todos os lados.

construir associações diversas com base no rearranjo de suas unidades, conferindo-lhes função própria não equivalente à de muitos outros átomos, vistos em estruturas periódicas. Esse rearranjo ou associação possibilita armazenar e condensar a informação genética em forma de código. Schrödinger (1997), citando um ovo fecundado como exemplo, reforça que essa pequena porção de matéria contém um elaborado código que envolve todo o futuro desenvolvimento do organismo, sendo então explicado pela

[...] associação bem ordenada de átomos, dotada de suficiente resistividade para permanentemente manter sua ordem, parece ser a única estrutura material concebível, que permite vários arranjos (isométricos) possíveis, suficientemente numerosos para abranger um complexo sistema de determinações dentro de um pequeno limite espacial. (SCHRÖDINGER, 1997, p. 72).

O conceito de gene desenvolvido por Schrödinger (1997) tem importantes contribuições de Delbruck no que diz respeito aos aspectos da hereditariedade dessa molécula. A matéria viva, pautada na capacidade de armazenar informações e repassá-las à próxima geração por meio de uma molécula bem diferenciada escapa da tendência que a matéria tem para a desordem, já fundamentado pelas leis físicas expressas em leis estatísticas. Essa molécula, por sua vez, conforme Schrödinger (1997, p. 80), “[...] concilia a elevada durabilidade da substância hereditária, com seu diminuto tamanho [...] escapando à tendência para a desordem através de uma molécula incomumente grande, uma obra rara [...] salvaguardada pela [...] teoria quântica [...]”.

Ratificamos que, à época, outras leis, ainda por descobrir, poderiam explicar a natureza dessa molécula, o gene como informação genética constituiria um aspecto intrínseco da matéria viva, validada pela teoria quântica, constituindo, assim, importante propriedade capaz de diferenciar-se da matéria inanimada. Schrödinger (1997) questiona qual seria a particularidade da vida, e quando se poderia dizer que uma porção de matéria está viva. Dentre o conjunto de propriedades, o autor cita a movimentação dos seres vivos e também o intercâmbio com material do entorno que se prolonga por muito mais tempo do que uma porção de matéria inanimada faria nas mesmas condições. Com isso, evitar-se-ia, com brevidade muito relativa, o equilíbrio termodinâmico ou estado de entropia máxima, um estado no qual a vida, conforme as leis da termodinâmica, não seria possível de existir.

Nesse sentido, o organismo vivo se destacaria através de uma particularidade que o faz se esquivar do decaimento radioativo, retardando o constante aumento de entropia da matéria viva, através dos processos metabólicos em forma de troca de material, mas não qualquer material, e sim nutrientes que são retirados do ambiente. Dessa forma, a vida resiste ao estado

inerte, alimentando-se de entropia negativa até a senescência e morte. Essa seria então uma explicação física que contrasta com “[...] os pensamentos mais remotos nos quais se afirmava que uma força especial não física ou sobrenatural (*vis viva, enteléquia*) operava no organismo [...]” (SCHRÖDINDGER, 1997, p. 82).

Importante salientar que vários mecanismos de regulação dos organismos vivos buscam manter a homeostase, de forma a eliminar a entropia nos seus processos. Para isso, a alimentação através de nutrientes, necessários para os processos fisiológicos, se faz importante, “[...] ela fornece um estoque de energia necessária para repor não apenas a energia mecânica de nossos esforços corporais, mas também o calor que liberamos continuamente no ambiente [...]” (SCHRÖDINDGER, 1997, p. 86). Para Murphy e O’Neill, (1997, p. 193), um organismo permanece vivo no seu estado altamente organizado ao importar energia de alta qualidade de fora de si mesmo e ao degradá-la para sustentar a estrutura organizacional do sistema, ou seja, retirando continuamente entropia negativa do seu ambiente.

A entropia negativa ou neguentropia se coloca como um aspecto fundamental nos sistemas vivos para criar ordem a partir da ordem e ordem a partir da desordem, processos esses abarcados pelos sistemas vivos. A ordem existente apresenta o poder de manter-se a si própria e de produzir eventos ordenados. Já a desordem de um sistema, conforme Schrödinger (1997, p. 84), está pautada em parte ao movimento térmico e em parte nas associações ao acaso dos diferentes tipos de átomos.

De acordo com Murphy e O’Neill, (1997, p. 187), “[...] os sistemas vivos mostram uma marcha que se afasta da desordem e do equilíbrio em direção a estruturas altamente organizadas, as quais existem a uma certa distância do equilíbrio [...]”. Notavelmente, Schrödinger (1997) tentou, por meio da mecânica quântica e dos princípios gerais da física, “[...] relacionar a biologia com os teoremas fundamentais da termodinâmica [...]” (MURPHY; O’NEILL, 1997 *apud* SCHNEIDER, 1987, p. 188).

Schrödinger (1997, p. 81) concebe a matéria viva como aquela que se esquia do decaimento para o equilíbrio. Dessa forma, os sistemas vivos se veem atrelados às leis da termodinâmica, sem a qual a concepção de vida seria insuficiente ou até mesmo errônea, uma vez que a vida se materializa e se processa num fluxo contínuo de ordem e desordem da matéria e energia, princípio esse questionado por Schrödinger, que se volta a uma molécula relativamente grande e responsável pela hereditariedade, momento em que se sabia que conjuntos estatísticos de moléculas rapidamente se desordenavam.

A impressionante capacidade que tem um organismo de concentrar um "fluxo de ordem" para si mesmo e, assim, escapando do decaimento no caos atômico - de "absorver ordem" de um ambiente conveniente -, parece estar conectado com a presença de "sólidos aperiódicos", as moléculas dos cromossomos, que, sem dúvida, representam o mais alto grau de associação atômica bem ordenada que conhecemos, muito mais que o cristal periódico comum, em virtude do papel individual que todo átomo e todo radical ali desempenham. (SCHRÖDINGER, 1997, p 88).

Todavia, interpretar a vida a partir das leis comuns da física pode ser desencorajado pelas demandas por novas metodologias e conhecimentos, o que impele aos físicos, biólogos e estudiosos da vida a possibilidade de encontrar um novo tipo de lei física, ou mesmo uma lei não física para explicar a vida em todas suas nuances.

Ao comparar mecanismos com organismos, Schrödinger acredita tocar no ponto central da diferenciação entre sistemas vivos e não vivos. Os mecanismos são capazes de funcionar dinamicamente porque são constituídos de sólidos, cujas forças de London-Heitler<sup>52</sup> evitam a tendência à desordem. Já os organismos, mesmo se valendo de um sólido, se destaca por ser o cristal aperiódico, constituinte da substância hereditária, o qual muito se afasta da desordem do movimento térmico.

Stephen Jay Gould, paleontólogo, biólogo evolucionista e estudioso da história da ciência, faz uma observação à alegação-chave de Schrödinger: “[...] a universalidade, quase auto-evidente na sua abordagem da biologia, é excessiva do ponto de vista lógico, e socialmente condicionada, um produto de sua época [...]” (MURPHY; O’NEILL, 1997, p. 37). Gould (1997), como importante crítico na história da ciência, percebeu o anseio quase inquestionável de unificação da ciência a partir de uma universalidade racional. Essa unificação se coloca “[...] como um propósito categórico de um movimento explícito enraizado nas circunstâncias sociais da juventude de Schrödinger [...]” (GOULD, 1997, p. 37). Importante salientar que essa unificação da ciência por meio dos seus fundamentos é a principal faceta do positivismo lógico, desenvolvido pelos filósofos da escola de Viena, durante o século XX, tendo grande influência sobre a biologia que se consolidava como disciplina autônoma.

Gould apreende a influência dessa corrente do positivismo lógico no modernismo<sup>53</sup>, apontando que esse evento “[...] marcou profundamente esferas como a arte, a literatura e a arquitetura. O modernismo procurou, acima de tudo, a redução, a simplificação, a abstração e a universalidade [...]” (idem, p. 38). A configuração desse cenário, à época, para o debate sobre

---

<sup>52</sup> Essas forças dizem respeito à capacidade que as moléculas têm de influenciar umas às outras por conta da presença de campo magnético produzido por ambas. Essas forças levam esse nome por causa de seus idealizadores Fritz London (1900-1954), um físico polonês que, juntamente com Walter Heitler, publicaram o primeiro estudo sobre mecânica quântica da molécula de hidrogênio.

<sup>53</sup> movimento cultural do século XX.

conceito de vida, influenciou o pensamento de Schrödinger, tanto pelo modernismo como pelo arcabouço teórico da física quântica que ajudou a construir.

Rejeitar os aspectos paleontológicos da vida na terra, como também a alegação newtoniana de que os “seres biológicos são meros objetos físicos de grande complexidade e, portanto, redutíveis em última instância a conceitos convencionais desenvolvidos pela rainha das ciências [...]” (GOULD, 1997, p. 39), sustentam uma posição de cunho reducionista, ao qual se atribui a natureza do material hereditário às menores partículas, para que se possa entender o seu funcionamento universal.

Arelado a esse movimento cultural do modernismo, não podemos deixar de mencionar o mecanicismo do qual Descartes se apoiou na formulação de suas teses. Capra corrobora ao descrever que “[...] na tentativa de construir uma ciência natural completa, Descartes estendeu sua concepção mecanicista da matéria aos organismos vivos [...]” (Capra, 1998, p. 56)

Uma concepção mecanicista de vida, tal como Capra aborda em sua obra, compõe o quadro analítico da formulação de uma ciência à época de Schrödinger, que olhava para a vida, a natureza e o universo como máquinas regidas por Leis imutáveis. Esse quadro de uma perfeita máquina do mundo subentendia um criador externo; um deus monárquico que governaria o mundo a partir do alto, impondo-lhe sua lei divina (CAPRA, 1998, p. 61).

Entretanto, ressaltamos que, de acordo com Weber (2021, p. 10), Schrödinger influenciou uma geração de físicos e químicos atraídos pela biologia, contribuindo, portanto, na fundação da biologia molecular e, por conseguinte, resultando em descobertas importantes, como a própria estrutura do DNA e seu sequenciamento, uma molécula autorreplicante, tornando-se uma metáfora importante para a compreensão da vida. Os biólogos passaram a pensar a genética de uma nova maneira. Entretanto, várias descobertas que culminaram na elucidação do código genético não fizeram com que biólogos e estudiosos da época respondesse à questão proposta por Schrödinger.

É compreensível que Schrödinger buscasse entender a base física da vida para saber como os organismos, considerados sistemas abertos longe do equilíbrio, produziam ordem interna afetando o seu meio, “[...] não apenas por suas atividades, mas por criar desordem nele [...]” (BERNAL, 1951 *apud* WEBER, 2021, p. 10).

#### 6.1.1 Estruturas dissipativas e a teoria quântica

Embora os biólogos moleculares tenham descoberto os blocos de construção fundamentais da vida, isso não os ajudou a entender as ações integrativas vitais dos organismos

(Capra, 1996, p. 97). Foi, então, na esteira dessas reflexões e das contribuições da física quântica proporcionadas por Erwin Schrödinger, dentre outros físicos, que Ilya Prigogine<sup>54</sup> (1947 *apud* WEBER 2021, p. 10; PRIGOGINE, 2002, p. 11; GOLBETER, 2018) formulou a teoria das estruturas dissipativas no contexto de um sistema bioquímico complexo, operando longe do equilíbrio. Suas pesquisas se voltavam para os fenômenos irreversíveis numa dinâmica dos sistemas de não equilíbrio, observando que a desordem pode criar novas modalidades de ordem a partir de uma instabilidade com capacidade para dissipar energia e produzir novas estruturas.

A teoria das estruturas dissipativas de Prigogine (2002, p. 22) se deu a partir dos estudos voltados à convecção do calor, conhecido como instabilidade de Bénard, que foi um físico francês que descobriu que o aquecimento por condução de uma fina camada de líquido, impondo um gradiente vertical de temperatura, atingia valores críticos, resultando em mudança no fluxo térmico para convecção e, a partir daí, formava estruturas de padrão hexagonal ordenado. As células de Bénard não estão limitadas a experimentos de laboratório, mas ocorrem naturalmente na natureza em uma ampla variedade de circunstâncias, tendo como exemplo os vórtices de circulação hexagonal gerados a partir do fluxo de ar proveniente da superfície da terra, deixando suas marcas em dunas de areia no deserto e em campos de neve nos árticos. (Capra, 1996, p. 81),

Essa formulação teórica também foi direcionada aos sistemas vivos, momento em que Prigogine havia escrito com Jean-Marie Wiame, um microbiologista que também trabalhava na *Université Libre de Bruxelles*, um pequeno artigo em francês intitulado: '*Biologie et thermodynamique des phénomènes irréversibles*', no qual foi aplicada a abordagem termodinâmica de não equilíbrio à evolução dos sistemas biológicos (PRIGOGINE; WIAME, 1946).. Esse trabalho apresenta a percepção de Prigogine de perceber que os organismos vivos são capazes de manter seus processos de vida em condições de não equilíbrio, ou seja, uma condição na qual, conforme Prigogine (2002),

[...] os fenômenos irreversíveis desempenham um papel fundamental. Um dos aspectos mais espetaculares desse novo comportamento é a formação de estruturas de não-equilíbrio que só existem enquanto o sistema dissipa energia e permanece em interação com o mundo exterior. Eis aí um evidente contraste com as estruturas de equilíbrio, como os cristais, que uma vez formados podem permanecer isolados e são estruturas "mortas", que não dissipam energia [...].(PRIGOGINE, 2002. p. 21).

---

<sup>54</sup> Ilya Prigogine (1917-2003) foi um químico russo naturalizado belga, professor de físico-química da universidade livre de Bruxelas e da Universidade do Texas, Austin, onde, em 1967, foi co-fundador do atual Centro para Sistemas Quânticos Complexos. Prigogine foi ganhador do prêmio Nobel de química em 1977.

Dessa maneira, Prigogine (2002) enfatiza o fato de que a auto-organização sem equilíbrio, em sistemas abertos, requer a dissipação de energia. O próprio físico cunhou o termo estruturas dissipativas, a fim de distinguí-las das estruturas de equilíbrio. Golbeter concorda que as estruturas dissipativas são facilmente encontradas em sistemas vivos, que são abertos e governados por equações de evolução não lineares, operando longe do equilíbrio termodinâmico. Assim, a principal fonte de não linearidade é fornecida por uma variedade de processos de *feedback* que evoluíram nos níveis celular e supracelular para otimizar a operação e a capacidade de sobrevivência dos sistemas biológicos (GOLBETER., 2018, p.2).

Há uma estreita ligação das descobertas e estudos de ambos os físicos, e um dos aspectos voltados aos sistemas vivos diz respeito à ordem. Schrödinger (1997, p. 88) observa que o desdobramento do ciclo de vida de um organismo exhibe uma admirável regularidade e ordem, sem comparação com qualquer coisa que encontramos na matéria inanimada. Sobre os sólidos aperiódicos, referindo-se às moléculas dos cromossomos, ele considera que representa o mais alto grau de associação atômica bem ordenada, já conhecida, muito mais do que o próprio cristal periódico comum. Com isso, Schrödinger conclui que a ordem existente nos sistemas vivos apresenta o poder de manter-se a si próprio e de produzir eventos ordenados.

Conforme Capra (1996, p. 152), a segunda lei da termodinâmica ainda é válida, mas a relação entre entropia e desordem é vista sob um novo viés. A entropia sempre cresce em um processo térmico, cuja energia dissipada nunca pode ser recuperada, tendo-se como consequência uma irreversibilidade nos processos, levando a uma concepção de equilíbrio, tal como ocorre nos cristais. Assim, configura-se um sentido de direção sempre crescente de entropia, definido por Prigogine como seta do tempo. Para Capra (1996, p. 80), o avanço revolucionário fundamental ocorreu quando, no início da década de 60, Prigogine (1946), compreendeu que sistemas afastados do equilíbrio deveriam ser descritos por equações não lineares, o que se contrapunha à formulação clássica da termodinâmica, que negligenciava a seta do tempo, uma vez que considerava todos os fenômenos reversíveis. E diante da complexidade surgida em sistemas caóticos, referida por Prigogine, a instabilidade e a irreversibilidade tornam-se parte integrante da descrição já em nível fundamental.

A termodinâmica dos processos irreversíveis descobriu que os fluxos que atravessam certos sistemas físico-químicos e os afastam do equilíbrio podem nutrir fenômeno de auto-organização espontânea, rupturas de simetria, evoluções no sentido de uma complexidade e diversidade crescentes. (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 207).

É preciso ressaltar que as estruturas dissipativas, além de se manterem em um estado distante do equilíbrio, elas também evoluem. Segundo Capra (1996, p. 82), “[...] quando o fluxo de energia e matéria que passa através delas aumenta, elas podem experimentar novas instabilidades e se transformar em novas estruturas de complexidade crescente [...]”.

Diante dessa nova percepção, o organismo nos moldes da termodinâmica moderna e da concepção de “[...] auto-organização no espaço, que foram preditos matematicamente por Turing [...]” (GOLDBETER, 2018, p. 12), pode ser visto como um sistema aberto, quase estacionário, com emergência espontânea de padrões ordenados com “[...] interconectividade não-linear dos componentes do sistema [...]” gerando “[...] novas estruturas e novos modos de comportamento no processo de desenvolvimento, de aprendizagem e de evolução [...]” (CAPRA, 1996, p. 80), operando longe do equilíbrio de forma neguentrópica, através da importação contínua de matéria e energia de grau elevado de ordem, provenientes do meio exterior, cujo metabolismo dessa matéria origina energia de ordem elevada que se integra em sua estrutura, aumentando sua ordem interna.

Embora a biologia se volte particularmente a níveis e organizações da vida que se iniciam pela célula como unidade morfofisiológica do ser vivo, à época, a racionalidade que permeava as descobertas tinha forte influência do positivismo lógico cuja explicação dos processos naturais balizava-se pela visão reducionista. Importante dizer que, de certa forma, a concepção newtoniana, conquanto tenha gerado uma imagem do mundo como uma máquina perfeita e de uma estrutura elementar da matéria imutável e indivisível, trouxe e continua a trazer respostas importantes numa determinada perspectiva da física de macromoléculas.

O advento da física quântica, de acordo com Pessoa Jr (2005, p. 1), lançou novas bases de natureza probabilística ao descrever um mundo essencialmente indeterminista, incluindo um princípio de incerteza no qual o observador não pode ser separado do objeto e fixando, através da constante de Plank, uma escala na natureza, separando o mundo microscópico do macroscópico. Ainda para Pessoa Jr, o que “[...] caracteriza a Teoria Quântica de maneira essencial é que ela é a teoria que atribui para qualquer partícula individual, aspectos ondulatórios e, para qualquer forma de radiação, aspectos corpusculares [...]” (*idem, ibidem*). A física quântica teve contribuições de grandes físicos como Prigogine, Schrodinger, Heisenberg, Borh, Plank que se voltaram para o mundo infinitamente pequeno das partículas subatômicas, a fim de explicar a natureza da matéria, surgindo, a partir desses autores, conseqüentes abordagens para os sistemas vivos. A teoria quântica vem ganhando muitos adeptos, sendo possível o surgimento de novas áreas como a biologia quântica (AL-KHALILI;

MCFADDEN, 2016; CARREIRAS, 2021), que vem se constituindo em vasto campo de pesquisa interdisciplinar.

À luz do conhecimento da época, Schrödinger (1997, p. 58) já entendia que o mecanismo da hereditariedade, pautada no cristal aperiódico, estava intimamente relacionado com a própria base da teoria quântica – ou melhor, nela fundada. Como consequência, a visão de uma célula, por exemplo, como um sistema complexo, sugere ampliar ou ressignificar o olhar para os processos físicos, químicos e biológicos de forma interdependente e que tornam possível a vida em todos os níveis organizacionais estudados pela biologia. A teoria quântica, contribuiria na reformulação de algumas teses físicas, podendo ser aplicável à vida, seguindo uma visão de que os “[...] sistemas são totalidades integradas [...]” (CAPRA, 1996, p. 41) e que há um princípio básico de auto-organização no qual as unidades elementares operam de forma interdependente numa vasta teia de relações. Essas relações se dão através das capacidades potenciais e emergentes de ajustes e manutenção das estruturas e processos interdependentes, que se retroalimentam através de trocas constantes de matéria e energia com o meio exterior.

Para Capra (1996, p. 136) desde o início do século XX, tem sido reconhecido que o padrão de organização de um sistema vivo se dá sempre num padrão de rede, cujas funções de cada componente consistem em participar da produção ou da transformação dos outros componentes da rede numa dinâmica constante de (re)produção. Acrescentamos, nessa análise, as interconexões entre esses elementos na recomposição de novas estruturas, uma vez que o fluxo de informações, a partir de matéria e energia que transitam no sistema vivo, permite sinalizações importantes ao sistema como um todo, a fim de coordenar, por meio dos intensos processos correntes e específicos, a homeostase do sistema vivo considerado e, assim, se mostra como uma diferença ímpar que faz dessas redes sistemas vivos.

Apontamos, ainda, que, resumidamente, conforme Weber (2021, p. 10), apoiado em Oyama, Griffiths & Gray (2001), que algumas pesquisas voltadas à teoria dos sistemas de desenvolvimento tem defendido um pluralismo causal na biologia do desenvolvimento e da evolução, adicionando dimensões importantes para a compreensão dos fenômenos bioquímicos e evolutivos. Por certo, muitas descobertas, no seio da evolução natural proposta por Darwin, como também vários ramos das ciências biológicas, contribuíram, ainda que indiretamente, para expandir a noção de ser vivo e, conseqüentemente, o conceito de vida.

Ainda, para Weber (2021, p. 10), o rápido progresso no sequenciamento de genes está produzindo percepções fundamentais sobre a relação de genes e morfologia, acrescentando dimensões importantes para a compreensão dos fenômenos evolutivos. Com isso, os ácidos nucleicos contendo DNA e/ou RNA passaram a ser vistos como molécula da hereditariedade,

com capacidade ímpar de autorreplicação, assegurando, ainda, a integridade da informação genética, o que faz dela um marco importante para a compreensão da vida.

Nessa linha de conceituação das concepções forte de vida (quadro 1, p. 106) Schrödinger (1997), assinala a propriedade do cristal aperiódico como condição para uma entidade ser considerada viva. Nessa mesma linha, Dawkins (2007) se volta para o aspecto da seleção natural de replicadores, referindo-se à molécula matriz como replicador, cujos genes se reúnem através de seus blocos construtores para formar unidades genéticas estáveis.

## 6.2 Conceito de vida em Dupré e O'Malley

John Dupré é um filósofo inglês da biologia, formado pela Universidade de Oxford e na Universidade de Cambridge. Suas pesquisas voltam-se principalmente para a filosofia da ciência que, junto a outros, ficaram conhecidos como os filósofos da ciência da Escola de Stanford. Atualmente leciona na universidade de Exceles. Maureen A. O'Malley é uma filósofa da microbiologia, que se volta para analisar filosoficamente questões básicas da microbiologia nas ciências da vida, uma vez que são raras abordagens dessa natureza.

Dupré e O'Malley (2009), embora não tenham a pretensão de definir vida, concebem a mesma como um conjunto de processos que, interagindo entre si, e com o seu meio, dão origem a um conjunto de relações que se expressam nas situações de vida onde cada entidade está localizada. Tal visão se contraria à visão contemporânea disseminada nas ciências biológicas, cuja ideia de organismos como indivíduos únicos é mais central do que as próprias interações internas e externas com outras entidades, sendo a célula ainda colocada como menor unidade morfofisiológica do ser vivo, a hereditariedade pautada na molécula do DNA; e a população a unidade de seleção natural. Para Dupré (2020, p. 1), tal compreensão da vida, teria sido prejudicada por uma metafísica inadequada, que moldou a compreensão da vida como sendo um composto de coisas e suas propriedades.

Dupré e O'Malley se pautam numa interação interorganísmica, pautada no metabolismo, resultado da colaboração de entidades formadoras de linhagem. Nessa perspectiva, Dupré e O'Malley (2009, p.1) não assumem uma distinção nítida entre vida e não vida e tampouco restringe a vida a um aspecto celular e/ou orgânico. Para os autores, a vida se configura como um *continuum* de sistemas colaborativos cuja estrutura se mostra variável. Contudo, tal abordagem não tem a intenção de responder à pergunta de Schrödinger (1997), mas a de descrever um espectro de entidades a partir da qual nenhuma linha divisória entre vida e não

vida será útil. Assim, a ideia central é fornecer uma visão flexível daquilo que chamamos de vida.

Em seu artigo, duas características principais, muitas vezes colocadas como divergentes, tencionam o debate acerca do conceito de vida, quais sejam: a capacidade de formar linhagens por replicação e a capacidade de existir como um todo através do metabolismo autossustentável. No entanto, a ideia principal dos autores se mostra na intersecção dessas características, ou seja, a matéria se mostra como viva, quando estão envolvidas, direta e indiretamente, nos processos metabólicos e reprodutivos; ou seja, na visão dos autores, não seria possível existir linhagens efetivas sem metabolismo conjunto. Assim, as entidades que formam linhagens não podem ser confundidas com totalidades metabólicas e, conseqüentemente, seres vivos também não podem ser confundidos com organismos e tampouco estes se mostram como formas únicas em que a seleção natural opera.

O metabolismo “[...] é um conjunto de todas as reações químicas de um organismo, consistindo nas vias catabólicas e anabólicas, as quais controlam os recursos de matéria e energia nas células [...]” (CAMPBELL; REECE, 2010, p. 1349). Assim, Dupré e O'Malley concordam que este se mostra como transformações químicas importantes que sustentam os processos vitais de forma colaborativa (idem, p. 2). Essa capacidade de se sustentar, por meio das transformações bioquímicas, confere uma capacidade que deve ser compreendida de forma colaborativa com outras entidades, como ocorre com os micróbios, ou sendo mais abrangente, entidades microscópicas que se reproduzem e são autonomamente metabólicas ou “[...] participam de sistemas metabólicos [...]” (idem, ibidem).

O metabolismo está centrado em uma lógica de mudança constante, dinâmica, interativa, de transformações, tanto da matéria, quanto da energia. Diante dessa assertiva, Dupré (2020, p. 1) se fundamenta na ontologia do processo remetido aos escritos fragmentários de Heráclito e, mais recentemente, aos trabalhos do metafísico e lógico britânico Alfred North Whitehead, pressupondo que somos tentados a pensar como as coisas são constantes, quando, na realidade, elas são apenas estabilidades temporárias nesse fluxo constante de mudança, ou seja, redemoinhos no fluxo do processo.

Dupré e O'Malley discutem sobre metabolismo relacionando-o a entidades vivas, a partir das estruturas e ou organismos que, muitas vezes, se encontram nas fronteiras da vida e não vida, biológico e químico, organismo e não-organismo, como os vírus, que não são considerados seres vivos por não terem capacidade de se reproduzir e metabolizarem de forma autônoma (idem, ibidem). No entanto, realizam atividades biológicas a partir do contato com as

células, das quais se utilizam dos processos celulares, como a transcrição e a tradução da informação genética.

A indagação importante sobre o vírus é “[...] se organismo e entidade viva são categorias idênticas e se um relato mínimo da vida deve começar com células [...]” (DUPRÉ; O’MALLEY, 2009, p. 3). Salientamos que a teoria celular proposta por Mathias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882) afirma que todos os seres vivos são formados por células e suas premissas, de acordo com Sadava (2009, p. 5), são três: (a) células são as unidades distintas e fundamentais da vida; (b). todos os organismos são compostos por células; (c) todas as células originam-se a partir de células preexistentes. Essa teoria e suas premissas são ainda válidas e estão bastante cristalizadas na biologia, porém, Dupré e O’Malley vão questionar se tal unidade é válida como premissa para definição ou compreensão do complexo fenômeno da vida.

Junto aos vírus, os plasmídeos, príons, integrons e transposons<sup>55</sup> se encontram em situação similar, conforme os autores e, portanto, deveriam ser, numa concepção mais ampla de vida, incluídos. Dupré e O’Malley tomam como início o nível microscópico *bottom-up*, ao invés de partir dos exemplares mais complexos *top-down*. Normalmente, a direção seguida pela tradição é o contrário. Biólogos e filósofos da biologia estão centrados na noção de organismo, célula, de autonomia metabólica e autonomia reprodutiva. A perspectiva desses autores acabará por desafiar a visão de que os vírus não são entidades vivas e que a definição mínima de vida deve ser celular.

Analisaremos de forma sintética, primeiramente, o caso dos príons e, em seguida, os plasmídeos, o que por si só já apresentaria argumentos favoráveis às teses desses autores, mas os vírus, trataremos em uma sessão específica.

### 6.2.1 Príons

De acordo com Sadava *et al.* (2009, p. 378), os príons (do inglês, *proteinaceous infective particle*) – partícula proteica infecciosa, foram definidos, em 1982 por Stanley Prusiner da Universidade da Califórnia, que purificou uma proteína causadora de doença chamada Encefalopatia Espongiforme Transmissível - TSE -, que afetou rebanhos bovinos e caprinos, culminando, respectivamente, com a doença da vaca louca e *scrapie*. A purificação da proteína causadora da TSE só foi possível graças a um experimento antecedido por Tikva Alper (1967),

---

<sup>55</sup> “[...] Segmentos de DNA móveis que podem se inserir em um cromossomo e causar alteração gênica [...]” (SADAVA *et al.*, 2009, p. 30).

física e radiobiologista do Hospital *Hammersmith* em Londres, que tratou extratos infecciosos com altas doses de radiação ultravioleta para inativar ácidos nucleicos. Mas mesmo assim esses extratos continuaram causando a TSE, constatando-se, assim, que se tratava de uma partícula proteica infecciosa com capacidade de propagação autocatalítica sem envolvimento do DNA.

Segundo Weissmann (2004), Prusiner (1998), Soto e Saborio (2001 *apud* DUPRÉ; O'MALLEY, 2009, p. 4), os príons são “[...] comumente entendidos como proteínas de autopropagação que são capazes de converter em proteínas patogênicas, as proteínas **normais** do mesmo tipo. [...] eles se propagam auto-cataliticamente em apenas uma forma de proteína, sem envolvimento do DNA [...]” São também descritos, conforme Liebman e Derkatch (1999 *apud* DUPRÉ; O'MALLEY, 2009, p. 6), como 'elementos hereditários não-Mendelianos' porque se autopropagam, transmitindo suas características conformacionais e formando linhagem, mas não nos padrões Mendelianos de herança. Assim, uma vez que a síntese moderna não lida bem com estruturas dessa natureza, alguns estudiosos propuseram uma teoria de herança mais abrangente, a fim de incorporar os príons para que possam ser entendidos evolutivamente. Inclusive, vale ressaltar, de acordo com Dupré e O'Malley que algumas evidências apontam que príons associados à levedura de cerveja permitem epigeneticamente<sup>56</sup> lidar com ambientes flutuantes (*idem*, p. 4).

Salientamos que príons, em sua forma patogênica, mostram-se como expressões fenotípicas resultantes das alterações da conformação tridimensional da proteína considerada. As diferentes conformações proteicas se dão conforme a função biológica (como enzimática, armazenamento, transporte, comunicação, defesa etc.) exercida pela proteína determinada no seu processo de produção. A produção de proteínas, portanto, está ligada à informação genética através dos mecanismos de transcrição e tradução de modo que, se por ventura houver algum erro em algum desses processos, a proteína final também virá com erro, causando disfunções. A estrutura molecular das proteínas, por conterem uma cadeia polipeptídica sem grandes variedades em sua composição, diferem-se bem das moléculas dos ácidos nucleicos, que são à base de nucleotídeos com extensas possibilidades de combinação. Isso aponta para a

---

<sup>56</sup> A epigenética é definida como as mudanças herdáveis na expressão do gene que não alteram a sequência do DNA, mas que são herdáveis ao longo das gerações (TANG; HO, 2007 *apud* MULLER; PRADO, 2008, p. 63; FRANCIS, 2015). Assim, a epigenética pode ser definida como o estudo dos processos que produzem um fenótipo herdável, mas que não dependem somente da sequência de DNA. A revisão do padrão de herança com as novas descobertas que promoveram o campo da epigenética se faz necessário, visando uma ampliação dos mecanismos de herança que não envolvam necessariamente a sequência de nucleotídeos do DNA. Entretanto, um questionamento se coloca acerca desses mecanismos: como relacionar mudanças da expressão fenotípica sem relacionar com o DNA, uma vez que os mecanismos epigenéticos estão ligados fundamentalmente a dois fatores: “[...] alterações nas histonas e padrão de metilação do DNA, que envolve modificações na estrutura das ligações covalentes do DNA [...]”? (FEINBERG, 2001 *apud* MULLER; PRADO, 2008, p. 63).

necessidade de se ampliar mais os estudos acerca dos mecanismos que tornam os príons com capacidades voltadas para uma suposta herdabilidade sem, entretanto, envolver o DNA. Jablonka e Lamb (2008), por exemplo, destacam que a síntese moderna não dá conta de variações que ocorrem além das provenientes do material genético, com isso, a seleção natural de variações genéticas deveria ser complementada pela seleção de outros tipos de variação.

Independentemente dessa situação, que apresenta especificidades importantes e demandas por mais estudos, ela ainda assim se mostra provocativa, na medida em que requer uma revisão dos princípios e mecanismos da herança biológica. É bem sabido que a informação genética carrega o plano de desenvolvimento do organismo, modificáveis por pressões seletivas, o que hipoteticamente pode ocasionar nos príons essas modificações. Diante desse imbróglie e da ausência de mais estudos conclusivos por parte da comunidade científica acerca dessa questão, é mais apropriado deixarmos em suspensão tal discussão, reconhecendo a demanda de uma nova teoria da herança, ou expandida, em lugar da síntese moderna que consolidou o Neodarwinismo.

De qualquer forma, o aspecto da colaboração, defendida por Dupré e O'Malley, mostra-se através das constantes interações entre os componentes internos dos organismos e destes para com os condicionantes ambientais e demais componentes externos, levando a diferentes graus de estabilidade, manutenção ou transformação desse sistema de colaboração. Essas interações, cruciais para os processos vitais, se expressam através do metabolismo que confere autossustentação aos sistemas vivos e processos que se vinculam à evolução biológica (idem, p. 2). O termo colaboração, no sentido físico, químico e biológico, não envolve um ato voluntário e “consciente” dos “componentes” dos sistemas vivos. Esse elemento qualificador foi formulado nos moldes do ideário humano, o que de certa forma não se aproxima muito do significado intrínseco das interrelações de cunho físico-químicas que ocorrem nesses sistemas, considerando, ainda, o sistema de entorno como portas de troca de matéria e energia, e saída de entropia.

Ainda assim, a colaboração se daria nas interações entre as entidades que, segundo Dupré e O'Malley, deveria ser vista como uma característica central e ampla da matéria viva. Para eles, a colaboração se mostra até mesmo em interações aparentemente prejudiciais para algum indivíduo ou comunidade, como a competição, explícita na teoria da seleção natural de Darwin e que incentivou grande interesse teórico sobre essa questão. Contudo, o que poderíamos interpretar, tanto como egoísmo, associando à ideia de Dawkins (2007) em sua tese sobre o gene egoísta, quanto como cooperação seriam processos subsumidos e operados em um contexto maior de colaboração, ou seja, mesmo considerando alguns comportamentos egoístas,

isso não interferiria nessa dinâmica, pois estão em um contexto colaborativo. Para Dupré e O'Malley (2009, p.2), a colaboração, desse ponto de vista, cobre uma gama de processos interativos que podem incluir atividades cooperativas e competitivas em um *continuum* cujas extremidades vão desde interações hostis até relações cujos objetivos dos participantes podem estar completamente alinhados.

A noção de cooperação está ligada à noção de combinação interativa, cuja ideia pode ser estendida aos átomos na medida em que formam moléculas cujas propriedades não podem ser encontradas nos átomos isoladamente. Essa característica está bem relacionada à noção de emergência já discutida anteriormente<sup>57</sup>, o que nos leva a sugerir que a emergência de novas propriedades está inseridas no amplo espectro da colaboração, garantindo a formação contínua de linhagens das entidades biológicas.

É patente que as espécies biológicas, através da reprodução, mantêm suas linhagens ao longo do tempo, de tal forma que a seleção natural opere mantendo e/ou selecionando características viáveis e resilientes, conforme a dinâmica do meio e sua relação com os processos de vida dos organismos, a fim de conferir bases para a perpetuação das espécies. Essa continuidade resulta da colaboração e evidencia-se nos estudos evolutivos, paleontológicos, principalmente das espécies remotas que superaram, por meio da seleção natural e mecanismos adaptativos, as contingências do meio, deixando descendentes para as próximas gerações. Nesse sentido, se propusermos uma relação de correspondência do metabolismo como cooperação e a idéia de processo como evolução natural, veremos que essas duas dimensões se mostram bem evidentes no pensamento de Dupré.

### 6.2.2 Plasmídeos

O termo plasmídeos, conforme Glote, foi inicialmente proposto por Joshua Lederberg (1952), um pioneiro da biologia molecular, que coloca essa entidade biológica na mesma categoria de organismo simbiótico (2008 *apud* DUPRÉ; O'MALLEY, 2009, p. 3). Campbell e Reace definem plasmídeos como molécula de fita dupla de DNA pequena e circular, que carrega genes acessórios separados daqueles do cromossomo nas bactérias. São também encontrados em alguns eucariotos, a exemplo das leveduras (2010, p. 1354). “Muitos são elementos genéticos móveis que direcionam sua própria transmissão para novas células hospedeiras durante a conjugação, espalhando-se assim para procariotos intimamente

---

<sup>57</sup> Cf. subtópico 3.1

relacionados e evolutivamente distantes [...]” (THOMAS, 2000, 2006; SØRENSEN *et al.*, 2005 *apud* DUPRÉ; O'MALLEY, 2009, p. 5).

Plasmídeos possuem um ciclo de vida em dois estágios, que são os de estabelecimento e proliferação seguidos por um estágio estacionário, equivalentes ao ciclo celular. Essas estruturas podem infectar células vizinhas que são livres de plasmídeos. Para Perlin, a complexidade das características dos plasmídeos levaram alguns biólogos a descrevê-los como 'organismos subcelulares' ou endossimbiontes com autonomia distinta de seu hospedeiro. Além disso, eles se tornaram muito úteis como vetores de transferência de genes em manipulação genética (2002, *apud* DUPRÉ; O'MALLEY, 2009, p. 5).

Para Kado (1998) e Wegrzyn, os plasmídeos, por conta de seu papel tanto em prejudicar quanto em contribuir com a célula, podem se tornar egoístas, o que facilitaria sua sobrevivência diante de suas características, ou cooperativo, caso esse em que aumentariam a funcionalidade e adaptabilidade da célula hospedeira. (2005 *apud* DUPRÉ; O'MALLEY, 2009, p. 5)

Diante desses dois casos, dentre os quais salientamos os príons e os plasmídeos, Dupré e O'malley analisam as características de entidades biológicas vivas, observando que as definições de vida enfatizam as propriedades particulares da vida (2009, p. 12). Algumas dessas definições consideram os critérios funcionais (como autonomia reprodutiva) como os mais importantes, enquanto outras enfatizam critérios evolutivos, como continuidade ou evolutividade, ou ainda características metabólicas ou organizacionais. De modo geral, para se decidir se uma entidade é viva ou não, recorre-se a uma gama de critérios, derivados de outros organismos, principalmente os pertencentes ao grupo animalia, tendo em vista que muitos desses critérios são modificados para incluir outros organismos. Contrariamente a essa visão, o percurso reflexivo feito pelos autores se dá dos seres mais “simples” para as entidades mais complexas.

### 6.2.3 Delimitação espacial, organismo e individualidade

Dupré e O'malley apontam que a delimitação espacial é amplamente considerada como um critério fundamental de entidades vivas, o que contraria sistemas maiores como ecossistemas, uma vez que os limites geralmente se dão por estruturas envolventes, como membranas, paredes celulares, pele etc., que separam o ambiente interno do externo e permitem atividades internas de cunho autossustentável, como o metabolismo (2009, p. 12). Para os autores, aliados a esse aspecto estão a estabilidade e a capacidade do corpo em manter sua homeostase, mediante as variantes externas (condicionantes ambientais) e as pressões seletivas,

culminando com certa autonomia da entidade viva, algo que contraria em certa medida a ideia de colaboração.

Apoiado em Rayner (1997), Dupré e O'Malley (2009, p. 12) apontam perigos óbvios em supor que as fronteiras espaciais podem ser diretas e exclusivamente identificadas. Essa observação se vale da complexidade que existe nas interações entre as entidades, uma vez que estão tão intimamente ligadas que se é fortemente tentado a vê-los como partes do mesmo sistema. Embora haja concordância ao critério de delimitação para se entender a vida, Dupré e O'Malley acreditam que ele é compreendido dentro de um quadro que interpreta erroneamente as entidades vivas.

De todo modo, essa tendência em individualizar entidades dentro de um sistema maior é usual na biologia, o que possivelmente tenha se pautado numa visão emoldurada pelo cartesianismo e sedimentada na disciplinaridade que, por sua natureza, se contrapõe a uma visão organicista da vida. Capra (1998) aponta uma nova visão de realidade pautada nessa dimensão sistêmica, que se baseia

[...] na consciência do estado de inter-relação e interdependência essencial de todos os fenômenos — físicos, biológicos, psicológicos, sociais e culturais. Essa visão transcende as atuais fronteiras disciplinares e conceituais e será explorada no âmbito de novas instituições. Não existe, no presente momento, uma estrutura bem estabelecida, conceitual ou institucional, que acomode a formulação do novo paradigma, mas as linhas mestras de tal estrutura já estão sendo formuladas por muitos indivíduos, comunidades e organizações que estão desenvolvendo novas formas de pensamentos e que se estabelecem de acordo com novos princípios [...]. (CAPRA, 1998, p. 244).

Contudo, essa visão de totalidade já era provocada no século XVIII, no nascedouro da biologia como área do conhecimento. Mesmo com fortes tendências para a micro-organização, Jacob (1983, p. 118) critica Maupertuis e Buffon, chamando-os de bons discípulos de Newton, ao tentarem introduzir uma descontinuidade na substância dos seres com a ideia de sua composição elementar. Assim “[...] partículas vivas e moléculas orgânicas representam apenas o meio de encontrar nos corpos vivos a natureza descontínua da matéria e de ordenar o mundo dos seres como das coisas, de acordo com a visão da mecânica nesse século [...]” (JACOB, 1983, p. 118)

Diante da análise anatômica, como busca do componente elementar dos corpos vivos, verificou-se nas investigações dos tecidos uma natureza sistêmica, diante das articulações entre fisiologia e anatomia. Concordamos com Jacob, ao apontar que

[...] o órgão só representa uma região particular de um determinado domínio; ele é a conformação que faz do tecido um setor do sistema. Quaisquer que sejam a localização de um órgão e suas relações de vizinhança, é preciso relacioná-lo tanto com seu sistema, para descobrir seu papel quanto com seu tecido, para compreender suas qualidades [...]. (JACOB, 1983, p. 120).

Diante da ideia da atomização, visando compreender os sistemas vivos, estudiosos da biologia do começo do século XIX passam contrariamente a entender o corpo vivo não mais como um corpo que se divide infinitamente e tampouco “[...] unidades não mais autônomas e ligadas, mas fundidas na totalidade do organismo [...]” (JACOB, 1983, p. 121). Diante dessas tendências aparentemente antagônicas na compreensão dos seres vivos, Jacob (ibid, p. 122) revela

[...] que não há incompatibilidade entre a concepção de uma composição elementar dos seres vivos e a de sua totalidade, contanto que se considere um ser vivo como uma integração de unidades e sua morte como desintegração. As unidades elementares não podem simplesmente se unir e conservar sua individualidade em um ser complexo. Elas devem se fundir em uma nova individualidade que as transcende [...]. (JACOB, 1983, p. 122)

Esse princípio da integração aponta para relações de cunho simbiótico. Entretanto, Dupré e O’Malley questionam se os limites da vida são bem definidos e, em particular, se a celularidade é suficiente em si mesma para a atribuição de vida (2009, p. 10). Certamente, uma célula isolada de um organismo não seria considerada viva, uma vez que se encontra separada de seus processos colaborativos para a unicidade ou individualidade do organismo e tampouco possui certa autonomia para conferir-lhe o *status* de indivíduo, embora tenha capacidade de replicação e metabolização. Concomitantemente Bhardwaj *et al.* (2006 *apud* DUPRÉ; O’MALLEY, 2009, p. 10) concordam que uma célula de um mamífero não pode ser considerada viva por si só, em parte devido aos requisitos altamente técnicos para manter essa célula e seus descendentes vivos. Para os autores, essa ambiguidade se dá também aos príons, plasmídeos, organelas e vírus.

Segundo Dupré e O’Malley (2009, p. 10), células de um único animal ou planta estão verdadeiramente vivas quando estão colaborando com outras células, pois trabalham juntas em uma grande variedade de maneiras, estruturando coletivamente suas atividades por meio de vários mecanismos. Assim, a pergunta é se valeria a pena traçar uma linha rígida entre os diferentes modos de colaboração celular e subcelular nesse sistema de colaboração, e conseqüentemente, entre colaboração e exploração. Para os autores, não existiria essa linha e, portanto, ficaria difícil delinear um *status* de organismo, considerando a autonomia como parâmetro, o que, poderia “[...] enganar nossa compreensão da vida e do que é estar vivo [...]”

(DUPRÉ E O'MALLEY, p. 11), uma vez que uma totalidade funcional opera mediante interações colaborativas quase sempre envolvendo entidades diversas

Essas interações ocorrem mediante o metabolismo que é equivalente ao que Maturana e Varela denominam de autopoiese, ou seja, a auto-organização do ser vivo em uma operação circular fechada de produção de componentes que produzem a própria rede de relações de componentes que os compõe (1995, p. 39). Esse tipo de organização, entendida como sistema autopoietico, se diferencia de outras organizações. Para Maturana e Varela, o que distingue a organização da vida de outras formas de organização “[...] é ser tal que seu único produto são eles mesmos, inexistindo separação entre produtor e produto. O ser e o fazer de uma unidade autopoietica são inseparáveis, e esse constitui seu modo específico de organização [...]” (1995, p. 89). Essa organização está intimamente relacionada ao metabolismo celular cujos autores se referem a uma contínua rede de interações que produzem componentes que integram a rede de transformações que os produzem. Margulis e Sagan (2002, p. 31) concordam que eles “[...] veem no metabolismo a essência de algo realmente fundamental para a vida [...]”.

A ideia de autopoiese<sup>58</sup> chama a atenção para o aspecto da organização holárquica da vida que “[...] irrompe em novas formas, que incorporam indivíduos antes autônomos como partes integrantes de identidades maiores [...]” (MARGULIS; SAGAN, 2002, p. 28), ou seja, desde a organização mais simples, que confere uma *status* de menor unidade autopoietica, até a unidade mais ampla, como a biosfera, cuja ligação vital permeia tudo que vive numa só rede fenomênica, desde a origem da vida. Essa visão contraria a visão tradicional da organização da vida que coloca no organismo uma unicidade “independente” do seu meio. Assim sendo, para Margulis e Sagan (2002, p. 33). “[...] é praticamente impossível determinar a linha de demarcação exata de onde começa e onde termina a vida, uma vez que, conforme observou Aristóteles, a natureza avança paulatinamente das coisas sem vida para a vida animal, de tal maneira que é impossível determinar a linha de demarcação exata [...]”.

A colaboração é percebida no *continuum* da vida, indo desde as estruturas organicamente funcionais até os sistemas macros da vida. Embora uma atitude, exploratória ou competitiva entre organismos seja mais visível e patente nos níveis mais estudados pela

---

<sup>58</sup> De acordo com Maturana e Varela (2003), a autopoiese consiste em um sistema organizado que se autodetermina e produz sua autossuficiência, a partir de uma rede de processos de produção e transformação de componentes que se autorregeneram. Essa teoria enfatiza o metabolismo autodeterminado nos limites do organismo. Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2004, p. 329) apontam dois problemas nessa definição: o primeiro é que essa concepção é distanciada das exigências físicas, materiais e energéticas e, com isso, a relação interativa entre o sistema e o ambiente é desconsiderado; e a segundo problema é que a introdução de aspectos termodinâmicos e materiais requeridos pelo sistema envolve uma 'lógica organizacional' totalmente diferente de autoprodução defendida na teoria da autopoiese. Esse sistema é capaz de se reproduzir, se adaptar e até mesmo de modificar seu tipo de organização, mas não é capaz de iniciar um processo de evolução darwiniana.

ecologia, Okasha critica o fato de não ter estendido esse escrutínio para a competição e cooperação intracelular (2004 *apud* DUPRÉ; O'MALLEY, 2009, p. 10). Os autores, no entanto, apontam uma espécie de organização comunitária, na medida em que muitas das atividades desempenhadas por microrganismos individuais não podem ser realizadas por conta própria, e o comportamento coletivo é frequentemente alcançado com um custo para microrganismos "altruístas" individuais<sup>59</sup>. Importante observar que esse tipo de arranjo colaborativo é observado num leque de situações. As discussões acerca do conceito de vida e sua organização não podem prescindir das relações simbióticas que otimizam o aproveitamento de matéria e energia na comunidade biológica, distribuindo seus benefícios a todos os participantes.

A simbiose parece se mostrar como o fio condutor que sustenta os processos vitais. Ela se consolida no metabolismo mais orgânico de cada nível de organização da vida. A multicelularidade, por exemplo, funciona, conforme Dupré e O'Malley, pela ajuda herdada de parceiros endossimbiontes em interação com inúmeras outras formas de parceria (2009, p. 12). Ela constituiu inovações que possibilitaram transações significativas da história evolutiva. Por isso, a possibilidade de ressignificar a definição de individualidade<sup>60</sup> do organismo, que emerge no contexto evolutivo como fechado e separado do seu ambiente, entendido como *locus* específico de mutação e recombinação gênica. Para Lewontin,

“[...] o organismo é o objeto de forças evolucionárias, o nexos passivo de forças externas e internas independentes, uma gerando ‘problemas’ randômicos com respeito ao organismo, outra gerando ‘soluções’ randômicas com respeito ao ambiente [...]” (2000, p. 47)

---

<sup>59</sup> Dupré e O'Malley (2009, p. 11) se referem a esse tipo de interação se forem percebidos através das lentes do egoísmo.

<sup>60</sup> Alguns autores das ciências naturais se referem ao termo individualidade como forma de expressar uma unidade que se autossustenta mediante a teia de interações de ordem física, química e biológica. Outros autores também se referem à identidade como forma de tomar uma entidade única ao ponto de se diferenciar das demais, mediante a gama de processos interativos e da substância ao qual é feita. Abbagnano (2007, p. 528) aborda o conceito de identidade pautado em três definições: como unidade de substância, como possibilidade de substituição, e como convenção. A primeira se pauta numa visão aristotélica e ainda está presente em muitas doutrinas; a segunda é de Leibniz, que aproxima o conceito de Identidade ao de igualdade; e a terceira não é possível estabelecer em definitivo o significado da identidade ou o critério para reconhecê-la, mas, dentro de determinado sistema linguístico, é possível determinar esse critério de forma convencional, mas oportuna. A individuação, por sua vez, (*Ibid.*, p. 553) possui um repertório histórico vastíssimo sobre seu significado que foi historicamente modificado, ampliado, ressignificado, comparado e/ou sugerido por outros pensadores, iniciando pela filosofia árabe de Avicenna com o problema da constituição da individualidade a partir de uma substância ou natureza comum; passando pela corrente agostiniana da escolástica, que foi levada a reconhecer o princípio da Individuação na forma das coisas, mais que na matéria; e outros autores como Ockham, Leibniz e Locke. Em nosso trabalho, consideramos uma equivalência de significado entre esses dois termos com as devidas ressalvas provenientes dos aspectos intrínsecos de cada significado.

Atualmente na biologia moderna, a concepção de individualidade de uma entidade viva dá-se pelos processos físicos, químicos e biológicos atinentes a essas entidades, de ordem tanto interna quanto externa, conferindo essa possível individualidade. A partir daí o corte de um *continuum* revela-nos níveis de organização da vida que vão desde a unidade elementar, como a célula, considerada a menor unidade morfofisiológica do ser vivo; até entidades macro, como populações, comunidades, ecossistemas e a biosfera. Assim, delinea-se uma subárea da biologia sobre qual sistema de vida se deseja compreender. Nesse sentido, determinados organismos que se enquadram no nível unicelular, possuiriam a sua individualidade e se apresentariam como organismos e sistemas, sendo estudados primordialmente através de métodos e técnicas da biologia celular. Diferentemente ocorre com um nível mais “elevado”, como o das populações, cujos métodos e técnicas são diferenciadas, permitindo o reconhecimento da individualidade da população no complexo sistema da vida.

Nas análises de Dupré e O’Malley os critérios mais aceitos para considerar uma coisa como viva são o metabolismo e a reprodução o que resulta na integridade estrutural e funcional diante da transformação bioquímica de energia proveniente do ambiente e da capacidade de fazer mais cópias de si mesmas (2009, p. 12).

Apoiados em Ganti (1997) e Luisi (1998), Dupré e O’Malley salientam que o metabolismo é o processo biológico fundamental e o verdadeiro demarcador de entidades vivas e não vivas (2009, p. 13). Além disso, conforme Luisi (1998), esse processo confere ao organismo uma capacidade interna de autosustentação, com base no processamento de recursos externos, sendo esse um entendimento comum da função do organismo (ibid). Para Margulis e Sagan (2002, p. 32), a identidade e a autossustentação requerem o metabolismo que precede a reprodução e a evolução, contribuindo na capacidade evolutiva de uma população.

Nesse contexto, Dupré e O’Malley (2009, p. 13) questionam se o metabolismo, enquanto critério, pode efetivamente ser utilizado para distinguir entidades vivas discretas. No entanto, entidades que operam funcionalmente, conforme sua individualidade e, por conseguinte, sua autossustentação necessitam de outras entidades endossimbióticas ou de organelas para sua sobrevivência, configurando, assim, o metabolismo como um processo colaborativo e não restrito a um indivíduo. Apoiado em David Hull (1980), Dupré e O’Malley (2009, p. 13) apontam para os interagentes como um sistema complexo que envolvem a colaboração de muitas entidades formadoras de linhagem altamente diversificadas e, conseqüentemente, se firmam como unidade de seleção mais fundamental.

A colaboração como unidade de seleção envolve inclusive a suposta ideia do egoísmo, na qual as entidades competem entre si. Na visão trazida pelos autores, entidades que se

comportam colaborativamente são entidades formadoras de linhagem, apesar de evoluírem num contexto que inclusive engloba o egoísmo, que, por sua vez, se comporta como atividade competitiva transitória, mas não terminal. Nesse seguimento, Sober e Wilson (1998 *apud* Dupré e O'Malley, 2009, p. 13) *apud* afirmam que isso implicaria em ir além dos conceitos contemporâneos de seleção de grupo no selecionismo multinível.

Embora a seleção de grupo não seja o tema-chave do presente trabalho, ela circunda a discussão sobre o conceito de vida, uma vez que a ideia de unidade, individualidade, autonomia metabólica ou reprodutiva atuam como fortes balizadores conceituais na biologia tradicional. O problema fulcral da seleção de grupo seria, conforme Santilli “[...] sobre quais entidades opera a seleção natural – genes, organismos, populações, grupos, metapopulações, espécies, coletivos sociais? [...]” e, para isso, a “[...] identificação de unidades de seleção requer tanto análise conceitual — para se convencionar o que se entende por grupo — como trabalho empírico, de examinar caso [...]” (*ibid.*, p. 591). Além disso, um aspecto importante nesse debate, segundo Abrantes (2018, p. 16), “[...] consiste na atribuição de realidade (ou não) a uma unidade de seleção, isto é, aos processos causais em que, supostamente, estaria envolvida [...]”. Diante disso, posturas realistas e não realistas se apresentam para tentar justificar tais posições. Em contrapartida, Dupré e O'Malley (2009) asseveram que a seleção de grupo, como é colocada atualmente na biologia, precisaria ser ampliada.

A limitação espacial, o metabolismo, a reprodução e a evolucionabilidade, este último entendido por Kirschner e John Gerhart “[...] como a capacidade de um organismo de gerar variação fenotípica hereditária” (1998, 8420 *ibid.*, p. 13), são colocados como critérios comuns de vida e, diante das entidades analisadas como os príons, vírus e plasmídios guardam reservas acerca dos critérios citados, pois nenhuma dessas entidades

[...] são as entidades funcionais que interagem com seu ambiente e cujo sucesso ou fracasso em tal interação determina o sucesso ou fracasso dessas linhagens. Essas entidades funcionais são, em vez disso, associações de uma variedade de tais entidades formadoras de linhagem [...]. (*Ibid.*, p. 13).

Nesse aspecto, a colaboração se firma como um critério fundamental de vida. Embora não tenham oferecido uma definição de vida, os autores defendem que a vida é um contínuo derivado do processo evolutivo e que não há um corte natural, único e definitivo entre o vivo e não vivo, sendo por isso as fronteiras flexíveis e não fixas, até mesmo para interações egoístas e cooperativas. O que unifica o conceito de vida, bem com a sua centralidade, é que ela

apresenta metabolismo colaborativo. Dessa forma, conforme os autores, a vida ocorre na interseção da formação da linhagem e do metabolismo.

Concomitantemente, em nossa compreensão, a vida como processo proposta por Dupré (2020) abarcaria tanto o metabolismo colaborativo como as unidades formadoras de linhagem. Para o autor a compreensão da vida refletida nas ciências biológicas e médicas foi prejudicada por uma metafísica inadequada que dominou a filosofia ocidental e que atualmente molda a maior parte da compreensão da vida, vendo o mundo vivo como composto de coisas e suas propriedades (ibid., p. 96). Contudo, ainda, para o autor, os organismos, uma categoria ontológica central em qualquer ciência biológica, são muito mais vistos como um tipo de processo.

Em seu trabalho, Dupré resgata o antigo debate que diferencia coisas das substâncias, apontando que as coisas têm limites razoavelmente nítidos, são autônomas e não dependem de mais nada para a sua existência (Ibid., p. 100). Para analisar o processo de mudança das coisas, o autor se pauta na Lei de Leibniz, que afirma que se duas coisas são idênticas, elas têm todas as mesmas propriedades e, para que persista, ela precisa manter essas propriedades ao longo do tempo; já para a sua mudança, é preciso ter propriedades diferentes em momentos diferentes.

Nesse sentido, para Dupré, uma ontologia do processo é aquela que afirma a primazia da mudança, compreendendo que tudo está em fluxo, como os vórtices. O aparecimento de entidades estáveis é, em última análise, ilusória, levando a uma visão de propriedades essenciais, cuja estabilidade leva a uma persistência do organismo. Contrariamente a essa visão, Dupré, apoiado em Hull (1965), considera que há um forte consenso da filosofia da biologia que rejeita qualquer tipo de essencialismo (Ibid., p. 99).

Para o autor, os organismos são entendidos como processos, cujas mudanças ao longo do desenvolvimento dá-se por meio de estágios de um mesmo processo, como ocorre no desenvolvimento dos insetos, desde a fase de ovo até a fase adulta. Nessa mesma linha, poderíamos colocar a situação de uma semente em estado de dormência como um estágio estacionário que guarda a potência da vida, possui a informação através do código genético que lhe permite sua expressão fenotípica e replicação, saindo desse estágio conforme as condições físicas e químicas de entorno se fizerem adequadas.

Grande parte das mudanças evolutivas que ocorreram estão também relacionadas às simbioses de estruturas orgânicas. Essa afirmativa levanta uma discussão sobre os limites nítidos de um organismo e dos simbioses questionando se são realmente entidades separadas, ou se os parceiros simbióticos se fundem para se tornar uma entidade única (ibid, p. 102).

Diante desse debate é importante lembrar da evolucionista Lynn Margulis, que postulou que a fusão de uma ou mais linhagens teria ocorrido por simbiose em mitocôndrias e plastídeos, pequenos procariotos que começaram a viver dentro de células maiores. Essas estruturas possuíam linhagens evolutivas distintas, e tal acoplamento possibilitou interações simbióticas benéficas para ambas as estruturas. Nesse seguimento, Margulis e Segan afirmam que as “[...] origens simbióticas, de forma inédita, tinham sido muito mais comuns do que jamais sonharam os biólogos evolucionistas calcados na tradição darwiniana – uma tradição que enfatiza muito mais a competição do que a cooperação no processo evolutivo [...]” (ibid., p. 13)

Sendo assim,

O espectro de dependências de endossimbiontes essenciais através da divisão social do trabalho até a interação ecológica fortuita demonstra que para os organismos sobreviverem requer uma multiplicidade de interações, algumas tão fundamentais para o modo de vida do organismo que não existe uma maneira simples de decidir se são simbiotes mutualistas ou partes do mesmo ser vivo. Dupré (2020, p. 103)

É bastante notório as intra e interrelações de elementos e fenômenos que compõem a matéria vivente. Entretanto, é preciso diferenciar a simbiose, no contexto evolutivo que agrega estruturas fenotípicas importantes ao ponto de tornar a unidade autopoietica resiliente, metabolicamente sustentável, prospectiva evolutivamente e neguentrópica; e uma simbiose fortuita, de cunho mutualística, que não teria a capacidade de acondicionar o aspecto fenotípico dessa relação na informação genética. Essas ideias nos levam a discutir acerca de uma demanda por limites claros e objetivos dos organismos, suas autonomias, diante desse complexo de relações remota ou fortuitamente firmadas.

Concordamos com Dupré acerca da cooperação como processo atuante num *continuum* de colaboração, sendo

[...] um padrão estável em uma série de processos intrincadamente orquestrados em muitos níveis de organização. Internamente, são processos químicos e metabólicos dentro das células e ações em larga escala e interações entre órgãos e outros sistemas. Externamente, existem interações com uma série de outros organismos e características abióticas do meio ambiente [...]. (DUPRÉ, 2020, p 103).

O metabolismo como colaboração e a ontologia do processo defendidas por Dupré, se mostram importantes direcionadores para uma definição de vida mais ampla com a possibilidade de associação às concepções fortes apresentadas no quadro 1. Por sua vez, as propriedades condicionantes para uma entidade ser considerada viva se mostrariam como

suporte concreto, uma vez que tais propriedades já se encontram incorporadas nos métodos de estudos biológicos. A ausência de uma ou outra propriedade não desqualificaria a noção de vida, uma vez que seus direcionadores se mantêm ou existindo concretamente como animais e plantas, ou em potencialidade como o vírus que num aspecto colaborativo desencadeia processos vitais.

Mesmo ciente de que as ontologias dessas concepções se mostrem diferenciadas, associá-las sob o escopo da ontologia do processo é justificável uma vez que, uma ou mais das propriedades operacionais do ser vivo dão suporte tanto para o metabolismo quanto para a formação de linhagens. A idéia é capturar a propriedade de forma objetiva, cujas ferramentas e métodos na biologia voltadas para esses aspectos balizam os estudos e pesquisas já produzidas nessa área. Diante disso, o conceito de vida se guiaria primordialmente pela ontologia do processo concomitantemente ao metabolismo colaborativo. Assim um prenúncio, à primeira vista, de um possível conceito de vida nesse contexto olharia para a vida como um processo biológico colaborativo e formador de linhagens.

O termo biológico utilizado nesse conceito é proposital a fim de resgatar os pressupostos da biologia que configuraram essa área do saber como autônoma e com métodos e análises próprios tendo como objeto central de estudo, a vida. O termo colaborativo denuncia o aspecto de todas as formas de interações que são desencadeadas em todos os níveis e subníveis de organização da vida, ocorrendo através do metabolismo que se auto-organiza de forma funcionalmente integrada e não redutível às propriedades de seus componentes moleculares. E por fim, a formação de linhagem passa a idéia de continuidade das espécies com capacidade auto-reprodutora, onde opera os mecanismos hereditários e evolutivos darwinianos e epigenéticos. Por ora, essa primeira tentativa de definir vida será complementada com as análises advindas dos requisitos para uma definição do conceito de vida, cuja importância se mostra pela necessidade de se estruturar o conceito através de requisitos amplos, robustos e fundamentados nos princípios básicos da biologia. Complementarmente, o estudo temático sobre vírus trará mais elementos para fundamentar tal conceito.

## 7 REQUISITOS PARA UMA DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE VIDA

O presente tópico não tem a pretensão de fechar o debate, mas avaliar, reformulando ou rejeitando alguns dos requisitos colocados por outros autores, a partir de suas análises filosóficas citadas e endossadas por Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2004), Emmeche (1997), Emmeche e El-Hani (2000), El-Hani e Videira (2000) e Dahlberg (1978).

Os requisitos elencados em comum acordo entre Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2004, p. 325) e Emmeche (1997, p. 251) podem ser caracterizados preliminarmente em: (a) generalidade/universalidade; (b) coerência com os conhecimentos atuais em biologia, química e física e não ser vitalista; (c) possuir elegância e abrangência conceitual; (d) especificidade; (e) processo dinâmico. E, por fim, foi abordado sobre a (e) importância de o conceito abarcar o processo como inerente da vida, atrelado à uma dinâmica de construção e reconstrução das configurações fenotípicas e genotípicas que constituem os sistemas vivos.

(a) Iniciaremos pelo requisito da *generalidade/universalidade*, que supõe a abrangência de princípios gerais de uma definição que abarque processos físicos, químicos e biológicos, integrados e diferenciados da matéria inanimada, que culminem com as especificidades já elencadas pela biologia ao seu objeto central. Para Emmeche e El-Hani

“[...] uma definição satisfatória de vida deve ser capaz de lidar com a vida como um fenômeno universal, abrangendo todas as formas possíveis de vida e não apenas a vida baseada em carbono, DNA, proteínas etc., que resultou da evolução do planeta [...]” (ibid, p. 41).

Essa lista não desmerece o esquema paradigmático conceitual das ontodefinições, e ainda aponta, a partir dela, caminhos para avançarmos nesse debate, diante do que a ciência já produziu de conhecimento acerca das novas descobertas e ou ressignificações já consolidadas pelo consenso científico.

No que diz respeito à lista de propriedades, Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2004, p. 325) defendem que ela não oferece uma hierarquia através do qual as propriedades possam relacionar-se entre si, além da dificuldade de identificar se algumas dessas propriedades são suficientes e/ou necessárias. Outro item apontado é a falta de sugestão para esclarecer a origem ou o processo de integração do sistema em análise. Essa observação nos leva a identificar que a evolução natural não se dá sem uma origem dos sistemas vivos, o que nos leva a recorrer aos mecanismos físico-químico e biológicos remotos, bem como a organização desses sistemas que culminaram com a evolução da vida.

A questão da origem representa, de certa forma, uma distância fenomênica entre a física/química da biologia.

Em outras palavras, a definição deve incluir conceitos primitivos que ajudem a preencher a lacuna entre a fenomenologia físico-química e biológica. Isso já foi destacado por Oparin (1961), que afirmava que o problema de definir a vida está intimamente ligado ao problema de sua origem [...]. (RUIZ-MIRAZO, PERETÓ; MORENO, 2004, p. 325).

Salientamos que a origem da vida está intimamente ligado às condições do ambiente que se expressam através das contingências advindas da dinâmica da matéria e energia e que por sua vez, impõe aos organismos, capacidades de adaptação e organização. Para Ruiz-Mirazo, Peretó (2004, p. 326) e Moreno, um concepção de vida que requeira o critério da universalidade deverá recorrer às essas contingências. Nessa mesma linha, a abrangência da definição deve levar em conta, conforme Emmeche (1997, p. 251) os produtos não contingenciados pela evolução darwiniana. Tal afirmação nos assegura, por exemplo, que alguns organismos fora do planeta podem ter sua informação genética armazenada em outra estrutura física e um metabolismo não baseado em proteínas com função enzimática. El-Hani e Videira (2000, p. 41) chamam a atenção para o fato de parecer mais apropriado que uma definição de vida se refira, de maneira genérica, a genótipos e fenótipos e não à maneira particular como eles se apresentam e como os conhecemos no planeta terra. Importante lembrar que a estrutura genotípica se refere à capacidade de armazenar informações sobre as espécies e elas se expressam através dos fenótipos, seja na forma, seja na estrutura.

(b) Diante do consenso do fisicalismo para explicar os fenômenos naturais, uma definição de vida deve ser coerente com o conhecimento já produzido pela biologia, acompanhados igualmente pelo conhecimento atual. Tal pressuposto, em sua raiz, refuta naturalmente o pensamento vitalista que fazia referência aos poderes ocultos da vida ou algumas forças direcionadoras sobrenaturais. A queda do vitalismo se deu sinteticamente, de acordo com Mayr (2008, p. 35), pela rejeição de suas teses, por não ter comprovação científica; pela elucidação da natureza dos vários componentes celulares, substituindo a ideia de protoplasma; e pela tentativa malograda dos vitalistas em demonstrar a existência de uma força vital não-material.

(c) A abrangência e elegância conceitual se mostram como elementos teóricos, que visam proporcionar, de acordo com Emmeche e El-Hani (2000, p. 41), um

“[...] perfil claro ao objeto geral de estudo da biologia como um todo, organizar nossos modelos e nossas teorias dos sistemas vivos de maneira unificada e coerente, e distinguir o estudo científico da vida de outros tipos de investigação [...]”.

Face a essa acepção, concordamos que o papel de uma definição de vida não deva se confundir com as definições de termos mais ou menos técnicos das diversas áreas das disciplinas da biologia. A abrangência e a elegância conceitual são formas de organizar de forma sistemática o conhecimento da biologia, associadas à experiência comum de observação acerca dos sistemas vivos.

Importante mencionar as terminologias utilizadas para nomear determinados processos e/ou estruturas estudadas pela biologia, de forma a levar à comunidade científica uma compreensão clara, tornando os termos úteis a ponto de favorecer uma comunicação clara e entendível.

Uma definição abrangente deve observar tanto a forma quanto a estrutura dos seres vivos. A forma se relaciona a princípios e processos básicos de organização, tanto da estrutura quanto do trâmite de energia e matéria, esses últimos circulantes na individualidade aparentemente imediata dos seus corpos. Já para a estrutura, deve-se observar os componentes químicos comuns e, conseqüentemente, diferenciados da matéria inanimada; tal pressuposto confere uma especificidade e, ao mesmo tempo, a abrangência dos seres vivos. Essa definição deve também levar em consideração o que poderíamos denominar de estado estacionário, uma característica em que o ser vivo “paralisa” seu metabolismo, como ocorre, por exemplo, com uma semente adormecida ou um inseto liofilizado que mantêm suas estruturas intactas, podendo voltar e emergir em sua funcionalidade, quando cessados os condicionantes desse estado estacionário.

(d) Um conceito de vida deve levar em consideração o critério da especificidade, de forma a incluir os elementos comuns a todas as formas de vida, tais como a capacidade de se replicar, metabolizar etc., buscando distinguir seres não vivos de seres vivos. Para Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno, esse requisito não pode está restrito à vida, devendo propor um critério operacional amplo e claro para distinguir seres vivos de não vivos, esclarecendo também os casos limítrofes entre essas categorias (ibid., p. 326). Esse requisito proposto por esses autores é delicado e demonstra certa fragilidade, uma vez que as condições ambientais, bem como a estrutura química a compor os organismos, podem ser consideravelmente diferentes das encontradas no planeta terra.

Contudo, uma concepção mínima de vida deve ser considerada como pista inicial, podendo ser reconfigurada na medida em que se investigue e que se tenha contato com

fenômenos que nos façam reconhecer, ainda que intuitivamente, a vida fora da terra. Esse posicionamento inicial e aparentemente duvidoso lança mão de certo cuidado, com intuito de ponderar e estabelecer novos critérios a partir das novas evidências que se apresentem nessa investigação. Esse requisito se conecta com o seguinte, na medida em que a pesquisa leva em consideração a vida como um processo.

(e) Inserimos nesse conjunto de requisitos a abordagem não estática tanto de sua estrutura quanto de sua forma, veiculadas às dinâmicas do metabolismo, da autorreplicação, etc., submetidas às pressões seletivas e às contingências, muitas vezes indeterminadas, configurando, então, uma complexidade aos vários níveis de organização da vida.

Grande parte do conhecimento já levantado pela biologia tem se mostrado válido e vem balizando a compreensão de sistemas orgânicos, de forma cada vez mais integrada, entre os fatores físicos, químicos e biológicos, etc observados nesses sistemas. Nesse sentido, reafirma-se que o conhecimento acumulado acerca desses sistemas, fruto de investigação científica, avança diante de novas evidências, refutando ou aceitando-os em seu corpo teórico.

Em suas explicações, Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno e Emmeche chamam atenção para o fato de que podemos ter diferentes intuições e nosso conhecimento evidencial pode inclusive falhar, dada a experiência sensível que de alguma forma alimenta nosso conhecimento, entretanto (ibid., p. 326); (ibid., p. 251).

[...] tal visão seria muito pessimista e, na verdade, bloquearia o caminho para novas investigações. O mundo não é infinitamente maleável, e não devemos descartar o conhecimento genuíno e detalhado de sistemas vivos que alcançamos durante este século [...]. (EMMECHE, 1997, p. 252).

Vale destacar que “[...] quando se define vida, pretende-se demarcar um conjunto muito amplo de processos, uma forma muito geral e organizada dos sistemas físicos, apresentando suas diferenças em relação a outras categorias igualmente gerais, como matéria, mente ou sociedade [...]” (EMMECHE; EL-HANI, 2000, p. 42). Sendo um fenômeno eminentemente físico, regidos por leis físicas e químicas, bem como as leis, teorias e os conceitos da biologia, **a vida se apresenta como um sistema altamente ordenado de matéria e energia, produzindo neguentropismo, com capacidade de resiliência, simbiose, evolução, à base de mecanismos e processos diferenciados da matéria inorgânica, com transmissão e disseminação de informação genética, submetidos às pressões seletivas.**

Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno sugerem que uma definição de vida deve conter um poder explicativo seguro, não devendo ser meramente descritiva, mas ligada a uma estrutura

conceitual fundamentada na fenomenologia biológica (ibid., p. 327). Para os autores, uma boa definição deve ser bem equilibrada, contendo as principais ferramentas conceituais para desenvolver uma teoria ou esquema em torno dela que seja coerente e forneça dicas específicas o suficiente para estabelecer uma conexão natural entre os reinos físico-químicos e biológicos.

A partir das análises de Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2004, p. 329), as definições de vida geradas pelas correntes da “definição padrão<sup>61</sup>” e da autopoiese, embora satisfaçam alguns aspectos da fenomenologia biológica básica, como a evolução e o metabolismo (SMITH, 1986), deve destacar a ligação desses aspectos atentando para especificidade e universalidade, ou seja, dimensões presentes desde a manifestação da vida em sua origem remota até o fenômeno global de autorregulação, simbiótico, sinérgico, evolutivo, homeostático.

Nesse sentido, uma tematização da problemática do conceito de vida a partir de um problema relativamente pontual na biologia, nos ajudará a compreender melhor as nuances para a conceituação de vida a contar de um organismo que não contempla alguns aspectos de uma lista de propriedades, como é o caso dos vírus.

---

<sup>61</sup> Nessa visão, o paradigma newtoniano, na dinâmica evolutiva dos sistemas biológicos, deve ser enfatizado e, assim, as propriedades-chaves para um sistema evoluir, conforme Lewontin (1970) e Maynard Smith (1986 *apud* RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2004, p. 327) deverão ser: reprodução, variabilidade e herança. Algumas críticas a essa concepção sugerem que essa visão reduz processos emergentes e globais a componentes fundamentalmente moleculares. Para esses autores, a definição padrão não é satisfatória porque não fornece as principais ferramentas conceituais para caracterizar a organização material básica, necessária para se chegar à automanutenção (Ibid., p. 331).

## 8 O CASO DOS VÍRUS

Ao mesmo tempo em que a população mundial se depara com a trágica pandemia do novo coronavírus (causada pelo vírus Sars-CoV-2), que vem ceifando a vida de milhões de pessoas em todo o mundo, falar sobre vírus nesse contexto pandêmico suscita-nos reflexões importantes de matizes variadas, dentre as quais aquelas em que esses seres não se encaixam no conceito de organismo vivo e que, conseqüentemente, levam-nos a enfrentar a dificuldade de conceituar vida na biologia teórica. Entretanto, abordar o vírus, figurando-o como questão temática, demanda reunir as reflexões anteriores, dada a controversa dos vírus preencherem a lacuna entre o mundo vivo e o não vivo. E de um lado, eles são capazes de autoduplicação e mutação e, de outro, podem ser cristalizados. Tais reflexões se relacionam mais objetivamente com a presente tese.

A partir do ano de 2020, quando a pandemia do coronavírus se abateu de forma aterradora sobre a população humana, causando óbitos em larga escala na população mundial, o vírus Sars Cov 2, uma estrutura viral que só manifesta a característica de ser vivo quando em endoparasitismo obrigatório, ficou conhecido pela alta capacidade de contaminação e pelas suas estratégias de gerar novas mutações com a capacidade de burlar o sistema imunológico humano, levando as pessoas à morte.

O coronavírus é um vírus com uma única fita simples de RNA, que se espalha muito rapidamente. Seus mecanismos de contaminação ocorrem por meio das vias respiratórias, canais de acesso ao corpo do possível hospedeiro, de cujo metabolismo se utiliza para replicar seu material genético. Como resultado dessa infecção, esse tipo de vírus — Sars-CoV-2 — causa a síndrome respiratória aguda grave — SARS.

Para a população humana, de modo geral, os vírus são seres microscópicos patogênicos, normalmente não se leva em consideração as relações de cunho ecológico desses organismos, numa perspectiva sistêmica da biosfera. Os vírus mantêm relações com muitos outros microorganismos, formando uma microbiota no qual eles se beneficiam mutuamente; além disso, eles contribuem na ciclagem de matéria orgânica e no “controle” numérico das populações com as quais se relacionam.

Etimologicamente, a palavra vírus, que vem do latim *vírus*, significa “veneno” ou “toxina”. Do ponto de vista da virologia, são agentes infecciosos constituídos por um dos ácidos nucleicos e envoltos por um capsídeo, composto de uma ou mais proteínas, que individualiza essas moléculas (DNA ou RNA) do ambiente, funcionando como proteção.

Para Campbell e Reece um vírus isolado é biologicamente inerte, incapaz de replicar seus genes ou regenerar o próprio suprimento de ATP (Ibid., p. 390). Assim, os vírus, por não serem constituídos por células, contrariam a teoria celular proposta por Matthias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882), que dizem que todos os seres vivos são formados por células. No entanto, os impactos dos vírus se mostram aterradores, uma vez que, ao infectar seres vivos, e dentre eles os humanos, afetam drasticamente seu sistema imunológico e, conseqüentemente, a homeostase dos hospedeiros, podendo levá-los à morte.

### 8.1 O vírus na fronteira da vida

Os vírus despertam uma reflexão que há muito tempo vem influenciando nas definições do conceito de vida utilizadas pelos biólogos, uma vez que os critérios operacionais discernem a matéria viva da não viva, não contemplando esses “organismos” facilmente na categoria do mundo vivo, haja vista que a base da organização dos sistemas vivos é pautada por um complexo aglomerado de substâncias orgânicas e estruturas que formam as células, consideradas blocos de construção da vida, ou o primeiro nível de organização dos sistemas vivos. Sendo assim, os vírus não apresentam organização celular, mas, quando parasitam células hospedeiras, metabolizam-se, reproduzem-se, evoluem, reduzem temporariamente sua entropia, utilizam-se de toda a “maquinaria” celular e se comportam conforme a noção clássica de desempenho dos seres vivos e, assim, correspondem aos critérios operacionais comumente utilizados nos sistemas de classificação da biologia, mesmo atuando numa relação de parasitismo obrigatório.

Portanto, a definição de vida torna-se complexa quando nos atemos a critérios que nem sempre dão conta de abarcar as *nuances* de entidades que guardam em si a potência para exercer um mínimo de funções biológicas que seja considerado um processo da vida, como a reprodução. No caso dos vírus, a própria infecção viral, com capacidade de interferência em outros organismos, causa doenças diversas, podendo levá-los à morte. Por isso, conforme Campbell e Reece, os pesquisadores no final do século XVIII, estabeleceram um paralelo com as bactérias, propondo que os vírus fossem considerados as formas de vida mais simples. (Ibid., p. 381)

Os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios de diversos organismos dos grupos das plantas, animais, protistas, fungos e bactérias. Ao infectar células, utilizam-se do metabolismo de síntese das células para estabelecer os mecanismos moleculares que permitem replicar, transcrever e traduzir seu material genético (informação, em forma de partícula viral). Em sua

maioria, causam doenças com ampla capacidade de se espalhar rapidamente no corpo dos organismos infectados. Quando estão fora das células hospedeiras, os vírus não se multiplicam e não apresentam nenhum tipo de atividade metabólica; nesses ambientes, ficam restritos às estruturas microscópicas com material genético (DNA ou RNA, mas nunca os dois) envolto pelo capsídeo. Ao existirem como partículas fora da célula hospedeira, os vírus passam a ser chamados de vírions, os quais permaneceriam inertes.

Na visão de Hartman, a compreensão dos vírus exclusivamente como causadores de doenças se modifica num contexto ecológico e evolutivo mais amplo, no qual passam a desempenhar um papel importante na troca de material genético entre células por meio de infecção, possibilitando a troca de genes ou formando uma barreira genética, o que favorece a diversidade biológica entre organismos. (2000, p. 234)

Os vírus são o produto de uma rede complexa de diferentes forças evolutivas. Eles prosperam mantendo uma interação contínua com os seus hospedeiros e estão sujeitos a uma multiplicidade de forças seletivas e mudanças estocásticas. A rápida produção de diversidade genética é uma característica exclusiva de certas linhagens virais, tem notáveis consequências epidemiológicas, e confere grande valor sobre vírus como sistemas modelo para a compreensão do processo evolutivo (BRANDÃO, 2015, p. i).

Por serem acelulares, os vírus não seguem os níveis de organização da vida largamente conhecidos e difundidos na biologia, como os que se iniciam pela célula, desta para os tecidos que são formados por células, e assim por diante. Além disso, “[...] não regulam o transporte de substâncias para dentro ou fora por meio de membranas, e não realizam funções metabólicas [...]” (SADAVA *et al.*, 2009, p. 283), isso quando não estão parasitando uma célula viva, pela qual podem se reproduzir nesses sistemas biológicos que desempenham tais funções.

Embora o conhecimento sobre os vírus tenha se evidenciado na última metade do século XX, sua descoberta se deu através das pesquisas, em épocas diferentes, porém complementares, de três principais cientistas: o matemático e químico alemão Adolf Mayer, em 1883; o botânico russo Dmitri Ivanovsky, em 1892; e o microbiologista holandês Martinus Beijerinck, em 1898 (CAMPBELL; REECE, 2010, p. 381; SADAVA *et al.*, 2009, p. 283).

Adolf Mayer (1843-1942), descreveu pela primeira vez a doença do mosaico do tabaco e descobriu que poderia transmitir a doença de planta para planta, esfregando a seiva extraída de uma folha doente em uma planta sadia. Sem êxito na identificação do agente etiológico, Mayer sugeriu ser uma bactéria pouco comum e invisível ao microscópio. Uma década depois, Ivanovsky (1864-1920), testou tal hipótese ao filtrar um extrato de folhas doentes por um filtro de porcelana, técnica utilizada à época para isolar bactérias causadoras de doenças, resultando,

então, numa seiva que ainda produzia a doença, ou seja, o filtro não reteria o agente causador, resultado que atribuiu ao tamanho da “bactéria” ou a uma suposta produção de toxinas que a ajudaria a passar pelo filtro. Beijerinck (1851-1931), por sua vez, repetiu os experimentos de Ivanovsky, descartando a segunda hipótese por meio de uma série de experimentos clássicos que mostraram que o agente infeccioso podia se reproduzir apenas em hospedeiro e difundia-se em ágar-gel, denominando o pequeno agente de *contagium vivum fluidum*.

Quase 40 anos após, o agente da doença foi cristalizado por Wendell Stanley (1904-1971), bioquímico e virologista estadunidense, passando a ser conhecido por TMV — *Tobacco Mosaic Virus* — e tornando-se infeccioso quando dissolvido. Foi demonstrado à época que as preparações virais cristalizadas consistiam em proteínas e ácidos nucleicos.

Estudos detalhados do mecanismo de infecção ocasionado pelos vírus “[...] têm levado ao desenvolvimento de técnicas que permitem aos cientistas manipular os genes e transferi-los de um organismo para o outro [...]” (CAMPBELL E REECE, 2010, p. 381). Para esses autores, essas técnicas desempenham um papel importante na pesquisa básica, na biotecnologia e em aplicações diversas na medicina, como na terapia gênica. É importante salientar que outras funções desempenhadas por meio dessas manipulações não atribuem necessariamente ao vírus um rótulo de agente unicamente causador de patologias e, por isso, dotado de capacidade deletéria por sua natureza parasitária e infecciosa.

Não obstante, dada a capacidade de integração dos organismos em um sistema amplo e complexo que envolve o entorno, não se pode negligenciar a imunidade que alguns seres vivos complexos desenvolveram ao longo de milhares de anos, produzindo uma resposta imunológica capaz de reconhecer antígenos e inoculá-los para manter, com base na resiliência, a estrutura corporal e os processos metabólicos funcionais do hospedeiro. Certamente, tal sistema imunológico mostra uma vantagem evolutiva importante em alguns grupos, possibilitando a ampliação das condições de perpetuação das espécies que o desenvolveram. Esses mecanismos de defesa são inatos e surgiram no decurso evolutivo das espécies, com mecanismos simplificados de reconhecimento dos antígenos, como a fagocitose dos protistas unicelulares, até sistemas vivos mais avançados na escala evolutiva, o que mostra essa funcionalidade bem aparente nos macrófagos dos vertebrados.

Em virtude das vacinas, amplamente estudadas com foco nas populações humanas, possibilitou-se uma maior resistência a doenças provocadas por vírus e a cura delas, induzindo o corpo dos seres humanos a produzir anticorpos contra os patógenos que deflagram a resposta imunológica. Tais relações trazem à tona uma reflexão sobre a intervenção humana nos ciclos naturais de muitas espécies, como os vírus, objetivando auferir benefícios e podendo constituir

estratégias “artificiais” que visem prolongar a vida dos humanos, bem como sua saúde. Não obstante, os custos decorrentes dessas intervenções também são notórios, como os que ora presenciamos por conta da pandemia de covid-19.

Por muito tempo os vírus foram considerados formas de vida simples ou rudimentares, porém, esses agentes, diante dos métodos e conceitos adotados pela biologia e pelas ciências de modo geral, passaram a representar uma fronteira nebulosa entre a matéria viva e não viva, dada, dentre outros aspectos, a sua capacidade de induzir respostas imunológicas em vários táxons, entre os quais se inserem os humanos.

Sobre a origem dos vírus, embora não haja consenso sobre as hipóteses levantadas, verifica-se que está diretamente ligada à origem da vida. Nessa direção, ao analisar a origem da vida, observa-se que as etapas posteriores ao mundo pré-biótico seriam

[...] o mundo do pré-RNA (onde se postula aparecerem as primeiras moléculas autorreplicantes) e ‘mundo do RNA’, após o surgimento de sistemas catalíticos e autorreplicantes com propriedades comparáveis às do ácido ribonucleico (RNA) contemporâneo [...]” (VIEYRA; SOUZA-BARROS, 2000, p. 77).

Denomina-se mundo do RNA uma fase hipotética primordial da vida na qual o RNA seria a molécula da hereditariedade. Para Hartman (2000, p. 239), as moléculas de RNA replicativas tinham a capacidade catalítica de polimerizar<sup>62</sup> RNA por meio de nucleotídeos ativados; com isso, elas seriam consideradas as primeiras entidades vivas. Essas entidades precederiam, então, o DNA. Essa visão parte de fundamentos encontrados na própria taxa de mutação do RNA, que seria deletéria e inviabilizaria a vida, como aponta Ridley (2007, p. 552), ao concluir que a mudança de RNA para DNA seria motivada por uma taxa de mutação relativamente alta de RNA, superior a 1, a qual não poderia sustentar futuras formas de vida assexuadas.

Os vírus de RNA atuais, como o HIV, têm taxas de mutação de cerca de  $10^4$  por nucleotídeo. Isso limita sua capacidade codificadora a cerca de  $10^4$  nucleotídeos, ou cerca de 10 genes. Formas de vida mais complexas não poderiam evoluir antes que a taxa de mutação se reduzisse. A evolução do DNA teria reduzido a taxa de mutação, ou a teria levado à redução [...] (RIDLEY, 2007, p. 552).

Observa-se que a grande maioria dos vírus que infectam organismos eucarióticos multicelulares atuais são vírus de RNA. Isso se deve, conforme Hartman, aos remanescentes do sistema genético de uma célula de RNA primitiva (Ibid., p. 235). Atualmente os vírus de RNA

---

<sup>62</sup> Reação química que agrega vários monômeros numa molécula.

apresentam maior diversidade, ocupando quatro dos sete grupos de vírus propostos por Baltimore, que “[...] desenvolveu um esquema de classificação de vírus baseado na relação entre o genoma viral e seu RNAm [...]” (MADIGAN *et al.*, 2016, p. 266).

A tese do mundo do RNA, segundo a qual a molécula e seu respectivo ambiente favorecendo o desenvolvimento de compostos orgânicos mais complexos, é questionada. Hartman aponta dois problemas fundamentais nessa tese: o primeiro seria a improbabilidade de surgirem bases nitrogenadas na sopa primitiva, sintetizadas de maneira aleatória em uma atmosfera redutora contendo metano, amônia e hidrogênio; e o segundo, ainda mais questionável, é a suposição de que, com base em evidências geoquímicas, a atmosfera primitiva seria constituída de nitrogênio e dióxido de carbono (Ibid., p. 240). Por conseguinte, as descargas elétricas não teriam favorecido a formação de quaisquer compostos orgânicos, logo, não haveria sopa primitiva e, portanto, nenhum mundo de RNA.

Outrossim, Hartman aponta a dificuldade de uma entidade química ser capaz de replicação, sofrer mutação e ao mesmo tempo catalisar reações químicas. São elementos para tais dificuldades que ainda não se tem respostas definitivas. Sustenta-se que, enquanto o mundo de RNA tem fitas unidimensionais, o “mundo de argila”<sup>63</sup> teria placas de duas dimensões. As argilas replicativas seriam catalisadores e não requereriam um mundo complexo de compostos químicos orgânicos.

Outra hipótese para o surgimento dos vírus sugere que “[...] os vírus eram células que, por alguma razão, talvez para economizar seus genomas, descartaram tantos genes que se tornaram dependentes de um hospedeiro para a maioria das suas funções de replicação [...]” (MADIGAN *et al.*, 2016, p. 267)..

Isso posto, as diferentes hipóteses para explicar a origem da vida, até aqui aventadas, levam-nos a conceber uma entidade primordial acelular, cuja composição molecular teria sido formada na sopa primitiva, tendo a água exercido um suporte material para as reações químicas. Essas entidades ainda teriam a capacidade de se replicar, o que nos induz a pensá-las como pertencentes a um estágio anterior ao dos vírus, ou, supostamente, aos próprios vírus. Ainda assim, a questão de como os vírus surgiram permanece sem resposta. Uma possível hipótese para o segundo questionamento seria:

---

<sup>63</sup> Essa tese foi popularizada pelo livro *Seven clues to the origin of life: a scientific detective story*, de Alexander Graham Cairns-Smith, um químico que a desenvolvia desde meados dos anos 1960. Para o autor, existia uma etapa intermediária entre o mundo não vivo e o mundo vivo, em que a matéria orgânica se originava da replicação de cristais argilosos.

Um provável controlador da evolução viral foi como um mecanismo para as células rapidamente moverem genes na natureza. Uma vez que os vírus apresentam uma forma extracelular que protege o ácido nucleico dentro deles, eles poderiam ter sido selecionados como um meio de enriquecimento da diversidade genética (e, portanto, aptidão) de células, facilitando a transferência gênica entre elas (MADIGAN *et al.*, 2016, p. 268).

Essa função parece ser relevante para Madigan *et al.* (2016, p. 268), uma vez que trocária de forma horizontal os genes entre células, especialmente entre os procariotas, o que seria um fator importante na evolução biológica. Além disso, manter o hospedeiro seria uma estratégia importante para o próprio vírus, sendo possível que os primeiros fossem latentes. Para os autores, as capacidades líticas só evoluíram mais tarde para ter acesso mais rapidamente a novos hospedeiros.

Por sua natureza, os vírus possuem informações codificadas em seus genes que permitem controlar processos vitais, quando estão parasitando uma célula hospedeira. Nessa etapa bem delimitada, se aproximam do aspecto estrutural e funcional dos organismos vivos, ou se integram a eles, ao atingir suas células, utilizando-se do seu metabolismo para se reproduzirem. Essa capacidade só foi possível pelo conteúdo informacional guardado em seus genes e sua respectiva evolução biológica, além de uma estrutura capsular que protegeu essa informação ao longo do tempo e gerou descendentes com material genético modificado evolutivamente, o que nos faz recorrer à tese do gene egoísta, defendida por Dawkins (2007).

A tese de Dawkins sustenta que a seleção operaria no nível da informação genética, que se constitui de invariantes químicos das principais macromoléculas. O DNA ou RNA e suas proteínas associadas, como base molecular e informacional da vida, estão presentes em todos os seres vivos. Meyer e El-Hani (2000, p. 171) afirmam que, “[...] quando nos deparamos com semelhanças tão globais, a melhor forma de explicá-las é através da ancestralidade comum [...]”. Com isso, justifica-se a partilha dos invariantes tão comuns entre os organismos.

Importa assinalar que, embora esses invariantes químicos, por si só, não confirmem uma unidade morfofisiológica capaz de “[...] deter todas as propriedades e o ponto de partida de todo organismo [...]” (JACOB, 1983, p. 124), eles, por sua vez, se estabeleceram como elo comum, se não a quase totalidade dos organismos em uma teia de grupos polifiléticos hiper-ramificados que, em algum momento na história evolutiva do mundo vivo, supõe-se compartilharem os mesmos mecanismos de replicação da molécula capaz de guardar a informação genética e perpetuar sua existência, ainda que através das sucessivas mutações.

Desse modo, as mutações ocorridas no *pool* gênico fazem parte das estratégias evolutivas que conferem variabilidade aos vírus, sendo a cada variação submetida ao crivo das

pressões seletivas. A variabilidade é resultado dentre outros fatores das mutações genéticas e se constituiu em um dos mecanismos da evolução biológica, contribuindo para a explicação da origem e diversidade da vida, principalmente a partir de meados do século XVII, quando ainda imperava o fixismo, doutrina que estabelecia a imutabilidade das espécies, explicada pelo poder divino, sem que ocorressem mudanças significativas na sua descendência.

Diante desses invariantes a seleção natural atua produzindo adaptações, conforme as contingências do meio e as interações evolutivas ocorridas nos variados níveis de organização da vida, que se expressam em variabilidades gênicas e fenotípicas. Assim, Ridley (2007, p. 332), ao analisar qual ou quais unidades seriam os alvos da seleção natural, afirma que “[...] as unidades da natureza que apresentam adaptações são aquelas que mostram herdabilidade [...]”. Como resultado, essas adaptações expressariam os ajustes das frequências gênicas, possibilitando a herdabilidade observável também nos vírus.

Importante frisar que a reflexão sobre os invariantes voltados aos vírus não deve ser associada à defesa do reducionismo metodológico, proporcionado pelos avanços da biologia molecular e celular. O que se está propondo é uma linha comum de abordagem a esses invariantes, com fins de integrar a diversidade da vida, considerando seus níveis de organização, a informação genética, a história evolutiva dos organismos, a simbiose e as propriedades emergentes. Essa integração se expressa em funções biológicas importantes dos organismos, capazes de criar ordem na desordem, atuando de forma neguentrópica na luta pela vida.

Os vírus possuem um invólucro, englobando o DNA ou RNA como invariantes, além dos principais blocos construtores. E mesmo que não consigam metabolizar substâncias de forma autônoma, os vírus possuem capacidade replicativa quando em endossimbiose, com potencial evolutivo de transmissibilidade através de fluxo gênico entre células. Essa relação pode ser conferida conforme Ridley (2007, p. 644), ao abordar a coevolução de hospedeiro e parasita através de um experimento que tratava do declínio da virulência em coelhos da Austrália e da Europa com mixomatose, doença causada pelo Mixoma vírus. O declínio foi supostamente atribuído a dois fatores combinados: o aumento da resistência do hospedeiro e a diminuição da virulência viral, tendo, graças à seleção natural, a capacidade de favorecer uma virulência mais alta ou mais baixa, dependendo do modo de transmissão do parasita

Sabe-se que a seleção natural atua produzindo adaptações, conforme as contingências do meio e as interações evolutivas ocorridas com o organismo, que se expressam em variabilidades gênicas e fenotípicas, e, por conseguinte, produz consequências para diferentes unidades, entendidas como aquelas dispostas na hierarquia dos diferentes níveis de organização da vida, já consolidadas na biologia. Tais consequências irão ocasionar adaptações que, por sua

vez, beneficiarão de forma imediata ou remota algum ou alguns desses níveis de organização, fruto das pressões seletivas da evolução.

Nesse sentido, a abordagem da vida como seleção natural de replicadores, instigada por Dawkins, é “complementada”, pelo filósofo americano David Lee Hull<sup>64</sup> (1981 *apud* Emmeche e El-Hani, 2000, p. 44) que propôs uma visão na qual não só os replicadores se mostram importantes, mas também os interagentes e as linhagens no processo evolutivo. Tal conceito veio à tona no debate sobre unidades de seleção, as quais Dawkins atribuía aos genes, um sistema biológico em que o organismo seria apenas o veículo dos replicadores. Hull, percebeu a inadequação do termo *veículo* por considerar que o objeto de seleção interage “[...] como um todo coeso com seu ambiente [...]”. (1980 *apud* MAYR, 2005. p.149)

Contra o argumento defendido por Dawkins (2007), Hull (2001) observou que replicadores sozinhos, ou replicadores e veículos, seriam suficientes para a seleção. Nesse sentido, conforme Hull (2001, p. 23) a seleção pode ser caracterizada geralmente como qualquer processo no qual a extinção e a proliferação diferencial de interagentes causam a perpetuação diferencial dos replicadores que os produziram.

Como definição,

[...] os interagentes são quaisquer entidades que interagem como um todo com o ambiente [...] cujo sucesso adaptativo, frente às pressões seletivas com as quais se defrontam em cada circunstância ambiental, determina as chances de os replicadores passarem cópias para a próxima geração [...] (EMMECHE; EL-HANI, 2000, p. 44).

Os interagentes teriam propriedades e habilidades que capacitariam os replicadores, mediante o sucesso reprodutivo e adaptativo, a repassar seus genes para as próximas gerações, e, assim, sucessivamente com as suas linhagens. Ou seja, a ação por si só dos replicadores, como Dawkins o apregoa, ficaria igualmente comprometida, caso os interagentes não dispusessem de condições para passar pelo crivo das pressões seletivas. Hull vê nessas entidades (replicantes e interagentes) uma condição indissociável para o processo da evolução natural, que se dá, “[...] exatamente por causa da ação recíproca da replicação da informação genética e da interação dos organismos com o meio ambiente [...]” (EMMECHE E EL-HANI, 2000, p. 45)

Dito isso, os vírus, conforme sua estrutura e função, não se enquadram nas premissas da teoria celular consoante as quais todo ser vivo se pauta na célula como unidade fundamental.

---

<sup>64</sup> Hull (1935-2010) teve especial interesse pela filosofia da biologia, principalmente ao defender a tese de que espécies são indivíduos históricos, e também pelo processo de seleção natural, ao trocar o termo *veículo*, utilizado por Dawkins (2007), por *interactor*.

Contrariamente a essa noção, a seleção natural de replicadores, ou entidades com capacidade de fazer cópias de si mesmas, é proveniente da biologia evolutiva neodarwinista, cuja explicação para os processos atinentes à vida se pauta pelas “[...] linhagens de organismos conectados pelos processos de reprodução e seleção [...]” (EMMECHE E EL-HANI, 2000, p. 43), nos quais se enquadram os vírus.

Por outro lado, o vírus analisado mediante a concepção de processo (DUPRÉ, 2020) e da vida na intersecção da linhagem e do metabolismo (DUPRÉ E O'MALLEY, 2009), se manifesta como entidade viva a partir da sua capacidade reprodutiva, submetida às pressões seletivas quando em estado ativo, além das relações que estabelece com os elementos de entorno (hospedeiro, variáveis ambientais, etc) em uma condição de mudança constante, tal como um vórtice em um fluxo processual. Sua estrutura tanto molecular quanto informacional não é imutável, sendo submetida à seleção natural, que opera justamente mediante a mudança. Os elementos que expressam essa mudança, tais como virulência e carga genética, por exemplo, são as propriedades ou fenótipos através dos quais acessamos, compreendemos e interagimos com essas entidades. Nesse sentido, uma determinada propriedade que venha a caracterizar o vírus como ser vivo, figura-se como uma variável biológica (das concepções fortes) como referencia a avaliar o estágio de desenvolvimento em que essa entidade se encontra, igualmente sujeita à mudanças na medida em que a entidade muda na concepção de processo, ao longo do tempo.

A molécula informacional viral, embora não seja uma condição crucial para tornar uma entidade viva, ela tem a capacidade de replicação do código genético, sofre mutações e catalisa reações químicas, sustentando-se num conjunto de elementos organizados da matéria que culmina em formação de linhagens e colaboração do metabolismo. Essa colaboração nos leva a pensar no todo orgânico, colocando o vírus como um ser simbiótico na medida em que proporciona barreiras ao fluxo gênico no processo de especiação de populações mendelianas. Os rearranjos cromossômicos dessas populações são possíveis por meio da infecção viral, figurando nesses vírus o papel de agentes de variação, portanto, atuantes no metabolismo colaborativo. Vale frisar que em um contexto mais amplo “a colaboração reflete as interações entre os componentes de um sistema que levam a diferentes graus de estabilidade, manutenção ou transformação desse sistema” (ibid., 2009, p. 2) ou seja, envolve uma organização material auto (re)produtora, funcionalmente integrada e conseqüentemente, não redutível às propriedades de seus componentes moleculares. Essa visão é pouco disseminada em manuais e livros textos, uma vez que a cobertura da infecção viral tende a evidenciar o processo deletério

do hospedeiro e não o aspecto amplo da colaboração, como a especiação e o controle populacional de espécies, por exemplo.

Embora os vírus não se reproduzam e nem metabolizem de forma autônoma, eles realizam atividades biológicas a partir do momento que entram na célula, cooptam o mecanismo de transcrição e tradução celular. De maneira muito eficaz eles se reproduzem e não precisam de metabolismo autônomo como costumeiramente a biologia tradicional descreve os seres vivos, dentre outros aspectos. Assim, em uma concepção de processo e diferente da visão tradicional, o vírus assume a função de organismo, como um “padrão estável em uma série de processos intrincadamente orquestrados em muitos níveis de organização” (Ibid., 2020, p. 103).

Conforme Dupré e O’Malley (2009, p. 8), a inércia dos vírions fora da célula nos leva a pensar que os vírus são semelhantes aos procariontes em estágio de esporo, bem como as sementes de plantas e esporos de fungos. Essa comparação nos leva a deduzir que essas entidades, quando em inércia, encontram-se em estágio de latência, contendo arranjos moleculares necessários para tornarem-se ativos no momento em que as condições ambientais forem propícias. Ainda para os autores, deve-se cautelosamente endossar esta perspectiva, sendo útil distinguir o ciclo de desenvolvimento que inclui tanto estágios ativos quanto os inertes do ciclo de vida.

Concordamos com Weinbauer e Rassoulzadegan (2004); Wilhelm and Suttle (1999) e Suttle (2005) apud Dupré e O’Malley (2009, p. 8), que deixar os vírus de fora dos estudos evolutivos, ecológicos, fisiológicos ou conceituais de entidades vivas, permitiriam apenas uma compreensão incompleta da vida em qualquer nível. Nesse sentido, analisar os vírus nessa nebulosa localização entre o mundo vivo e não vivo, buscando perceber as nuances da definição de um conceito de vida, demanda aspectos da organização da matéria viva, seus ciclos e sua origem, sem prescindir obviamente dos aspectos evolutivos e metabólicos num contexto colaborativo. Como consequência vislumbra-se uma estratégia argumentativa cabível para explicar o vírus do presente e sua “localização e/ou inclusão” nos níveis de organização da vida, como forma de sustentar, além disso, uma visão ainda que preliminar de um conceito de vida, lançando mão de um conjunto interagente com potencialidade evolutiva e simbiótica.

A análise dos vírus atrelada à definição de um conceito de vida, demanda um levantamento dos aspectos já consolidados em estudos e pesquisas atinentes a sua origem, estrutura e mecanismos de infecção, além de observar os ciclos de vida que integram aspectos dessas entidades tanto na forma ativa quanto inativa. Pautado em Mindell e Villarreal (2003, 1677) Mindell et al. (2003), Stanley (1941; 1957) apud Dupré e O’Malley (2009, p. 7) os vírus exibem as mesmas características primárias comuns a toda a vida, tais como controle

homeostático interno que permite a sobrevivência em ambientes em constante mudança, a organização que se baseia na herança por meio dos ácidos nucleicos, a reprodução, a exploração de recursos ambientais, diversidade de componentes e funções e a capacidade de se adaptar e evoluir. Além disso, os vírus "têm a capacidade intrínseca de mediar sua própria transferência de um hospedeiro para outro" (Ibid., p. 7).

Tais aspectos nos levam a afirmar que essas entidades iniciam uma rede de processos ou sistemas metabólicos complexos, integrados, com capacidade de se sustentar através das transformações físicas, químicas e biológicas. Essa sustentação se expressa na homeostase requerida nos processos de estabilização dos fluxos de matéria e energia, que também estão submetidos às contingências de uma natureza dinâmica dos componentes físicos e químicos presentes nos sistemas vivos.

A dinâmica da vida, mediante seus processos de transformação, se expressa em um “*continuum* de sistemas colaborativos de estrutura variável deixando aberta a possibilidade de que uma variedade de formas de matéria organizada possam ser entendidas de maneira útil como entidades vivas”. (Ibid., p.1). Essa estrutura variável leva em consideração aspectos de organização considerando ainda, uma ou mais propriedades (concepções fortes) que vão se diferenciando, ficando mais evidentes na medida em que esses sistemas vão se ficando complexos e diferenciados.

Dessa forma, vislumbra-se uma definição do conceito de vida que transite entre as concepções fortes e fracas do Quadro 1, balizadas pelas ontodefinições que cumprem um papel integrativo no conhecimento científico e também pela ontologia do processo que firma a primazia da mudança através de fluxos constantes de matéria e energia. Contudo, embora a concepção fraca não reconheça a existência de critérios independentes do interesse de quem fornece a descrição para determinar o que seja vida, ela reúne a idéia da formação de linhagens que se replicam ao longo do tempo, através de um código genético ou algum processo ligado a ele, bem como o metabolismo colaborativo enfatizando a perspectiva mais ampla da colaboração.

As propriedades referidas nas concepções fortes, dado os ciclos de desenvolvimento dos organismos, descrevem o comportamento ou condições, ainda que de forma transitória, das entidades vivas ou com potencialidade para tal, como os vírions, que estão temporariamente inativos. Essas propriedades corroboram conhecimentos já acumulados pela biologia, sendo coerentes com o seu corpo teórico e metodológico, perceptíveis ou mensuráveis e não se colocam necessariamente, como redutíveis às propriedades dos componentes moleculares dos sistemas.

Com isso, pautado no metabolismo como colaboração e formação de linhagens, nas ontodefinições e na ontologia do processo, apresentamos uma alternativa ao conceito de vida que intermedeia as concepções fortes e fracas do quadro 1: **vida é uma hierarquia de processos biológicos colaborativos que se estabilizam mutuamente conforme as contingências presentes na teia de sistemas, com capacidade de formar linhagens sujeitas às pressões seletivas, resultando em neguentropismo, coevolução biológica e homeostasia.**

Nessa definição, a ontologia do processo centra-se mais no processo em si do que nas coisas ou na substância. O mais importante é como as entidades interagem em uma gama de processos complexos. As linhagens que figuram como espécies, conjunto interagente e alvo das forças evolutivas, não atuam de forma desconexa. Portanto, não se mostram como coisas individuais, mas como processos em uma determinada escala da teia de sistemas integrados e dinâmicos, possibilitando a emergência de novas propriedades, dada as contingências externas e internas aos sistemas, que novamente se sujeitam às pressões seletivas. Nessa gama de processos interagentes, a coevolução desencadeia um todo metabólico colaborativo, propiciando um rearranjo na teia orgânica capaz de resiliência e distanciamento do zero termodinâmico, corroborando a vida como um fenômeno físico.

A capacidade de reprodução, uma propriedade comumente atrelada à diferenciação de ser vivo e não vivo na biologia, é contemplada nessa definição pelo processo de formação de linhagens que se utiliza de mecanismos de herança tanto genéticos como epigenéticos, capaz de replicação do genoma e sua posterior tradução para o fenótipo correspondente. Esses mecanismos se expressam em propriedades diferentes na medida em que as transformações ocorrem nos sistemas hierárquicos da vida.

Reafirma-se a necessidade do uso do termo biológico no conceito de vida como forma de resgatar a importância dos métodos e da base conceitual próprios dessa área do conhecimento, o qual figura a vida de forma ampla como objeto central de estudos e pesquisas da biologia.

As dimensões resultantes da intermediação das concepções guiadas pela ontologia do processo: co-evolução, neguentropismo e homeostase, ocorrem em escalas diferenciadas no processo de desenvolvimento dos sistemas vivos e conseqüentemente das entidades vivas, considerando ainda seus ciclos, onde poderá comportar estágios de latência ou temporariamente “inertes”, como os vírions, sementes, esporos etc. Além disso, sugerimos que a confluência dessas dimensões, intermediadas pelo metabolismo colaborativo, comporte as propriedades operacionais frequentemente listadas para diferenciar seres vivos de não vivos.

Por fim, atentamos para os requisitos corroborados nesse trabalho, tais como: universalidade; coerência, abrangência e elegância conceitual; especificidade e a ontologia do processo, inserida nesse corpo de critérios, que se expressam na hierarquia de processos interconectados contribuindo para a dinâmica funcional dos sistemas vivos. Portanto, a presente definição do conceito de vida, se coloca a contribuir, a partir da filosofia da biologia, com um arcabouço teórico mais delineado da vida como objeto central da biologia, além de pesquisas atinentes à origem da vida, bem como nas discussões que possam envolver astrobiologia, vida artificial, sustentabilidade e outros temas ligados à esse objeto.

## CONCLUSÃO

No presente trabalho propusemos investigar o quadro teórico atual sobre a problemática do conceito de vida nas ciências biológicas, reunindo aspectos históricos, filosóficos, científicos e até linguísticos que engendraram essa discussão. O principal objetivo foi contribuir, através da análise filosófica, para a definição de um conceito de vida que ajude a superar os problemas de sua formulação e precisar o principal objeto de estudo da biologia. Como ponto de partida, motivamos o debate buscando suas raízes na mitologia como tese explicativa para a ideia da vida a partir de sua origem, em seguida traçamos um panorama histórico, basicamente a partir do século XVII, quando o debate entre vitalismo e fisicalismo fez reemergir essa problemática. Além disso, buscamos contextualizar aspectos associados e até mesmo basilares à essa questão que permearam grandes descobertas no campo científico dentre as quais figura a biologia como ciência independente da física.

A biologia, reconhecida como ciência no século XIX, pautou-se na refutação a idéias que não podem ser aplicados à essa área, como a ausência de leis naturais universais, princípios básicos não aplicáveis ao mundo inanimado; e a refutação de correntes antigas como o vitalismo e a teleologia configurando a biologia como uma ciência autônoma, cujos conceitos busca explicar os processos que culminam com a vida, sua sustentabilidade, resiliência e homeostase.

O delineamento conceitual dessa área do conhecimento se mostrou importante para discutir as diferentes abordagens e concepções esboçadas sobre a vida, tema central e objeto de estudo da biologia. Dessa forma, a problemática do conceito de vida, analisada na presente tese, sustenta-se em aspectos, analisados pela lente da filosofia da biologia que se consolidaram como pressupostos teóricos.

Como forma de apreender e demarcar o cerne do problema, tanto historicamente quanto espacialmente, delineamos a perspectiva desse debate desde a mitologia de povos antigos, com suas respectivas teses explicativas da origem e compreensão da vida e da formação do universo, passando pelo embate entre vitalismo e fisicalismo, pontuando as características dessas duas correntes que tiveram momentos diferenciados de sobreposição uma à outra, finalizando com o triunfo do fisicalismo através do reducionismo e superveniência, além das teses suplementares, como a microfísica, o argumento causal e a completude do mundo físico em virtude das teses malogradas defendidas pelo vitalismo.

Com a ascensão do fisicalismo e a derrocada do vitalismo, o organicismo emerge como um sistema explicativo da vida, reconhecendo que as características únicas dos organismos vivos, coordenados por um programa genético, não se devem necessariamente à sua

composição, mas à sua capacidade de auto-organização, fazendo surgir propriedades emergentes em sistemas cada vez mais complexos. Essa abordagem possibilitou discussões importantes, apontando uma transição do pensamento cartesiano para a visão sistêmica da vida, focada nas inter-relações e integração dos elementos constituintes.

Com intuito de iniciar uma aproximação da problemática sobre os vírus na fronteira da vida e não vida, buscou-se tangenciar a discussão sobre unidades de seleção ao nível da informação genética, que implica na formação de interagentes, condição para o sucesso reprodutivo e adaptativo de organismos. A inclusão dos vírus de forma temática nas análises, se deve à sua ligação direta ao problema de pesquisa, uma vez que, a definição de vida, se relaciona com a sua origem, ajudando a preencher a lacuna entre a fenomenologia físico-química e a biológica. Nesse sentido, sugerimos os vírus como seres vivos sob a ótica do metabolismo cooperativo e da ontologia do processo.

Ao tratar da teoria de conceito, em especial as ontodefinições, detectamos que são formuladas e ressignificadas em uma rede de padrões explicativos. Nessa perspectiva, foram apontadas as concepções: forte, fraca e negacionista, em que alguns teóricos foram associados a essas visões permitindo a organização e a sistematização das concepções formuladas. Diante dessas classificações a ontologia do processo, baliza a intermediação entre as concepções fortes e fracas apontando que a colaboração realizada por associações de entidades diversas, formadoras de linhagem, possibilita uma totalidade funcional e, portanto, não necessariamente redutível, levando a diferentes graus de estabilidade em uma série de processos orquestrados em muitos níveis de organização com capacidade de sustentação. Essa sustentação, por sua vez, se expressa na homeostase e neguentropia requeridas nos processos de estabilização dos fluxos de matéria e energia. As propriedades das concepções fortes, já consolidadas pela biologia, descrevem o comportamento das entidades vivas ou com potencialidades mediante as condições propícias.

Como fruto das análises da presente tese, sugerimos uma definição alternativa de vida como: **uma hierarquia de processos biológicos colaborativos que se estabilizam mutuamente conforme as contingências presentes na teia de sistemas integrados, com capacidade de formar linhagens sujeitas às pressões seletivas, resultando em neguentropismo, coevolução biológica e homeostasia.**

A vida, portanto, ocorre em uma escala crescente de organização no *continuum* da vida, possibilitando a adoção de critérios atrelados às concepções fortes e fracas, sendo guiada pela ontologia do processo que vê os sistemas vivos como hierarquias de processos em uma variedade de escalas temporais e espaciais. O metabolismo colaborativo, por sua vez, envolve

uma organização material auto (re)produtora e funcionalmente integrada. A dimensão coevolucionária da definição, considera o aspecto temporal e filogenético no arranjo e estabilização dos vários sistemas que originaram a vida até as formas mais diversificadas e complexas desse *continuum*, contemplado o aspecto da hereditariedade e os mecanismos evolutivos em sistemas auto-reprodutores. Essas dimensões ligadas numa mesma definição, reforçam os aspectos peculiares de sistemas vivos.

Discorrer sobre a problemática de um conceito de vida nas ciências biológicas, demandou reflexões, principalmente no âmbito da biologia histórica, além dos fundamentos pautados no conhecimento atual sobre os sistemas vivos, uma vez que o objeto empírico central dessa área é a vida cujos processos em sua grande maioria são perceptíveis e mensuráveis, e conceituá-los, numa perspectiva assente no espectro das concepções fortes e fracas, mostra-se como contributo para uma ontodefinição que requer um delineamento claro e mais preciso. De todo modo, os requisitos listados no ítem 4, como: universalidade, coerência, abrangência e elegância conceitual; especificidade e processo na dinâmica funcional de auto-organização dos sistemas vivos, se colocaram como guias importantes na delimitação do conceito.

As tentativas de se chegar a um consenso sobre um possível conceito de vida podem ser muito úteis para a biologia histórica e para a própria pesquisa empírica. Nossa proposta pretende ser uma contribuição nessa direção, colocando o metabolismo colaborativo com formação de linhagem, intermediado pela ontologia do processo como ideias-chave para discussão.

Dessa forma, temas da atualidade ligados à vida e suas múltiplas dimensões são melhor compreendidos se os conceitos com os quais as ciências biológicas utilizam em seu corpo teórico/conceitual são claros, consensuados e robustos o suficiente para possibilitar aos sujeitos uma interpretação universalizante dos sistemas vivos sobre os quais as sociedades modernas vêm impactando e alterando seus ritmos.

## REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. 5. ed. Trad. Alfredo Bossi. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ABRANTES, Paulo C. Introdução: o que é filosofia da biologia? In: ABRANTES *et al.* (Org). **Filosofia da biologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Seropédica; PPGFIL-UFRRJ, 2018. 662 p.
- ALVES NETO, Celso Antônio. **O estatuto ontológico das espécies biológicas na sistemática filogenética**. 2013. 148 p. Dissertação (Mestrado em Filosofia) — Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- ANDRADE, Claudia Castro de. A fenomenologia da percepção a partir da *autopoiesis* de Humberto Maturana e Francisco Varela. **Griot: Revista de Filosofia**, v. 6, n. 2, 2012, p. 98-121.
- BARATIERI, Pedro Mascarenhas. **Dialética, diálogo e retórica: uma leitura do Fedro**. Dissertação (Mestrado em Filosofia), Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2014.
- BARTHEZ, Paul-Joseph. **Nouveaux éléments de la science de l'homme**. Paris: Tome Premier, 1858.
- BAZANNELA, Sandro L. A definição de vida partir de perspectivas da biologia e da física: organicismo mecanicista. In: CONINTER – CONGRESSO INTERNACIONAL INTERDISCIPLINAR EM SOCIAIS E HUMANIDADES, 2, 2013, Belo Horizonte. **Anais... II CONINTER**, Belo Horizonte, 2013.
- BEDAU, Mark. A.; HUMPRHREYS, P. (Orgs.). **Emergence: contemporary readings in philosophy of science**. Cambridge (MA): Mit Press, 2008.
- BEDAU, Mark A. CLELAND, Carol E. **The Nature of Life: Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science**. Edited by Reed College,
- BEGOSSI, Alpina. **Ecologia de pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia**. São Paulo: Huicitec: Nepam/Unicamp:Nupaub/Usp: Fapesp, 2004.
- BERGSON, Henri. **A evolução criadora**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- BERGSON, Henri. **O pensamento e o movente: ensaios e conferências**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- BERTALANFFY, Ludwing von. **Teoria geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Trad. Francisco M. Gomes. 3. ed. Petrópolis, RJ: vozes, 2008.
- BIRD, Alexander; TOBIM, Emma. **Natural Kinds**. Stanford Encyclopedia of Philosophy. [S.l.: s.n.] 2017. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/natural-kinds/#criterion6>>. Acesso em: 06 fev. 2019.

BRANDÃO, Raul Emanuel Lopes. **Vírus e retrovírus**: contributo para a evolução das espécies. 2015. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Fernando Pessoa, Portugal, 2015.

BRIGANDT, Ingo; AMOR, Alan. **Reductionism in Biology**. Stanford Encyclopedia of Philosophy (SEP). [S.l.: s.n.] 2012. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2015/entries/reduction-biology/>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

BRONOWSKI, Jacob. **Senso comum da ciência**. São Paulo: Itatiaia, 1997.

CAMPBELL, Neil; REECE, Jane B. **Biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 1.418 p.

CAPRA, Frijtof. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 1996.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cutrix, 1982.

CARNAP, R. Die physikalische Sprache als Universalsprache der Wissenschaft. **Erkenntnis**, v. 2, n. 2, p. 432-465, Dec. 1931.

CHALMERS, Alan. F. **O que é ciência afinal?** Trad. Raul Fiker. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993

CISLAGHI, Federica. **Goethe e Darwin**: la filosofia delle forme viventi. Mimesis Edizioni, 2008.

CLELAND, Carol E. Life without definitions. **Synthese.**, n. 185, 2012, pp. 125-144.

CLELAND, Carol E. Understanding the nature of life: A matter of definition or theory? In: Seckbach J. (Ed.). **Life as we know it**. Springer: Dordrecht, 2006, pp. 589-600.

CLELAND, Carol E.; CHYBA, Christopher F. Defining 'Life'. In: **Orig Life Evol Biosph.**, n. 32, 2002.

CORRÊA et al. Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 3, 2008, pp. 21-40.

CRANE, Tim; MELLOR, D. H. There is no question of Physicalism. **Oxford University Press on behalf of the Mind Association**. New Series, v. 99, n. 394, Apr., 1990. pp. 185-206.

CUNHA, Ivan Ferreira da. Círculo de Viena: fisicalismo e a utopia da ciência unificada. **Revista Educação e Filosofia**, v.32, n.66, set./dez. 2018.

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

DAWKINS, Richard. **O gene egoísta**. Trad. Rejane Rubino. São Paulo: Companhia das Letras, 2007, 540 p.

DESCARTES, René. **Discurso do Método**. Porto Alegre-Rs: L&PM Editores, Edição do Kindle, 2005.

DESCARTES, René. **Discurso do método**: para bem conduzir a própria razão e procurar a verdade nas ciências. Trad. Jacob Guinsburg e Bento Prado Jr. Notas de Gérard Lebrun. São Paulo: Difel, 1962.

DESCARTES, René. **Princípios da Filosofia**. Trad. João Gama. Revisão da tradução Joaquim Alberto Ferréira Gomes e José Manuel de Magalhães Teixeira. Lisboa: edições 70, 1681.

DUPRÉ, Jhon. Life as process. **Epistemology & Philosophy of Science**, v. 57, n. 2, pp. 96-113, 2020.

DUPRÉ, Jhon e O'MALLEY, Maureen. Varieties of Living Things: Life at the Intersection of Lineage and Metabolism. In: **Philos Theor Biol**. UK: University of Exeter, 2009.

EIGEN, Manfred. O que restará da biologia do século XX? In: MURPHY, Murphy. P.; O'NEILL, Luke A. J. (Orgs.). **O que é vida?: 50 anos depois – especulações sobre o futuro da biologia**. São Paulo: Editora Unesp, 1997, pp. 13-33.

EL-HANI, Charbel Niño. **Níveis da ciência, níveis da realidade**: evitando o dilema holismo/reducionismo no ensino de ciências e Biologia. 2000b. 377 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000b.

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

EL-HANI, Charbel Niño; EMMECHE, Claus. On some theoretical-grounds for na organism-centered biology: property emergence, supervenience, and downward causation. **Theory in Biosciences**, 119(3-4):234-275, 2000a.

EL-HANI, Charbel Niño; VIDEIRA, Augusto Passos. Causação descendente e emergência de propriedades. **Série Ciência e Memória**, n.1. Rio de Janeiro: CNPq/Observatório Nacional, 1999.

EMMECHE, Claus; EL-HANI, Charbel Niño. Definindo vida. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, Augusto Passos. **O que é vida?: para entender a biologia do século XXI**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000, pp. 31-56.

EMMECHE, Claud. **Autopoietic systems, replicators, and the search for a meaningful biologic definition of life**. V. 20 (4). Toronto: Ultimate reality and meaning, UTP Journals, 1997. p. 244 a 264.

ERWIN, Schrodinger. **O que é vida? O aspecto físico da célula viva seguido de mente e matéria e fragmentos autobiográficos**. São Paulo: Fundação editora da Unesp, 1997.

ETXEBERRIA, Arantza; UMEREZ, Jon. Organismo y organización em la biologia teórica: ¿vuelta ao organicismo?. **Ludus Vitalis**, v. XIV, n. 26, 2006, pp. 3-38.

FIOCRUZ. Ministério da Saúde. **Qual a origem desse novo coronavírus?** Rio de Janeiro: Fiocruz [s.d.]. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/pergunta/qual-origem-desse-novo-coronavirus>>. Acesso em: 6 ago. 2020.

FRANCIS, Richard C. **Epigenética: como a ciência está revolucionando o que sabemos sobre hereditariedade.** Rio de Janeiro: Zahar, 2015.

GARSON, James. Modal Logic. **Stanford Encyclopedia of Philosophy (SEP)**. [S.l.: s.n.] 2018. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/logic-modal/>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

GILBERT, Scott F.; BARRESI, Michael J. F. **Biologia do desenvolvimento.** Trad. Catarina de Moura Elias de Freitas et al. 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

GLEISER, Marcelo. **A dança do universo: dos mitos de criação ao Big Bang.** São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

GOLDBETER, A. **Dissipative structures in biological systems: bistability, oscillations, spatial patterns and waves.** Phil. Trans. A 376: 20170376. Royal Society, 2018.

GOULD, Stephen Jay. O que é vida? Como um problema histórico. In: MURPHY, Michael. P.; O'NEILL, Luke A. J. (Org). **O que é vida? 50 anos depois, especulações sobre o futuro da biologia.** São Paulo: Fundação editora UNESP, 1997.

HAHN, Hahn; Neurath, Otto; Carnap, Rudolf. **Wissenschaftliche Weltauffassung: der Wiener Kreis.** In: HEGSELMANN, R. (Ed.). **Wissenschaftliche Weltauffassung, Sozialismus und logischer Empirismus.** Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979 [1929], pp. 81-101.

HARTMAN, Hyman. Vírus, evolução e origem da vida. In: EL-HANI, Charbel Niño; VIDEIRA, Augusto Passos. **O que é vida? para entender a biologia do século XXI.** Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000, pp. 233-242.

HEMPEL, Carl. G. **Filosofia da ciência natural.** Trad. de Paulo Severino Rocha. Rio de Janeiro: Zahar editores, 1974.

HESSEN, Johannes. **Teoria do conhecimento.** São Paulo: Martins Fontes, 2000.

HORGAN, T. From supervenience to superdupervenience: meeting the demands of a material world. **Mind, New Series**, 102 (408), pp.555-586, 1993.

HULL, David Lee. **Science and Selection Essays on Biological Evolution and the Philosophy of Science.** United Kingdom: Cambridge University Press, 2001.

HUSSERL, Edmundo. **Conferências de Paris.** Tradução de Artur Morão e António Fidalgo. [S.l.: s.n.] 1929. Disponível em: <[http://www.lusosofia.net/textos/husserl\\_conferencias\\_de\\_paris.pdf](http://www.lusosofia.net/textos/husserl_conferencias_de_paris.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2020. E-book.

JABLONKA, Eva; LAMB, Marion J. Soft inheritance: Challenging the modern synthesis. **Genetics and Molecular Biology**, 31(2), 2008, pp. 389-395.

JACOB, François. **A lógica da vida**: uma história da hereditariedade. Rio de Janeiro: Graal, 1983. 328 p.

JECUPÉ, Kaká Werá. **Tupã Tenondé**: a criação da terra, do universo e do homem segundo a tradição oral Guarani. São Paulo: Peirópolis, 2001.

KIM, Jaegwon. Supervenience, Determination, and Reduction. **The Journal of Philosophy**, v. 82, n. 11, Eighty-Second Annual Meeting American Philosophical Association, Eastern Division: Nov., 1985, pp. 616-618.

KIM, Jaegwon. Concepts of supervenience. **Philosophy and phenomenological Research**, v. 45, n. 2, Dez., 1984, pp. 153-176.

KIM, Jaegwon. Downward causation in emergentismo and nonreductivephysicalism. In: BECKERMANN, Ansgar; FLOHR, Hans. **Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism**. Berlim, 1992. pp. 119-138.

KIM, Jaegwon. **Philosophy of mind**. Boulde: Westview Press. 1996

KIM, Jaegwon. **Supervenience and mind**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 153-176. 1993, v. 45.

KIM, Jaegwon. **Physicalism, or Something Near Enough**. Princeton: Princeton University Press, 2005.

LAWLOR, Leonard; MOULARD-LEONARD, Valentine. **Henri Bergson**. Stanford Encyclopedia of Philosophy [S.l.]: Fall 2021 Edition. Disponível em <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/bergson/>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

LEVINS, Richard; LEWONTIN, Richard. **The dialectical Biologist**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

LEWONTIN, Richard. **The triple helix**: Gene, organism, and environment. Cambridge: Harvard University Press, 2000.

LLOYD, Geoffrey Ernest Richard. **Aristotle**: the growth & structure of his thought. Cambridge: Cambridge University Press, 1968.

LORENZANO, Pablo. Leis e teorias em biologia. In: ABRANTES, Paulo C. (Org). **Filosofia da Biologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Seropédica/PPGFIL-UFRRJ, 2018, pp. 449-491.

MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock**. Tradução Alice Freitas Versiani. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. **O que é vida?** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002, p.289.

MARTINEZ, Sérgio F. Reduccionismo em biologia: uma tomografia da relação biologia-sociedade. In: ABRANTES, Paulo C. (Org). **Filosofia da Biologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Seropédica/PPGFIL-UFRRJ, 2018, pp. 426-448.

MARTINEZ, Sérgio F.; BARAHONA, Ana (Orgs). **Historia y explicación em biologia**. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.

MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano**. São Paulo: Editorial Psy II, 1995.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco J. **De máquinas y seres vivos: autopoiesis, la organización de lo vivo**. Buenos Aires: Lumen, 2003.

MAYR, Ernest. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 1998, 1107p.

MAYR, Ernest. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. Trad. Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MAYR, Ernest. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MCLAUGHLIN, Brian; BENNETT, Karren. **Supervenience**. Stanford Encyclopedia of Philosophy (SEP). [S.l.: s.n.] 2005. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/supervenience/>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MEGLHIORATTI, Fernanda Aparacida; EL-HANI, Charbel Niño; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. O conceito de organismo em uma abordagem hierárquica e sistêmica da biologia. **Revista da Biologia**, v. 9(2), 2012, pp. 7-11.

MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; ANDRADE, Mariana A. Bologna Soares de; BRANDO, Fernanda da Rocha; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores. **Filosofia e História da Biologia**, v. 3, p. 119-138, São Paulo, ABFHIB, 2008.

MERTON, Robert K. **The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations**. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. Evolução. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. P. **O que é vida? para entender a biologia do século XXI**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000, pp. 153-185.

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

MILLER, Henrique Reichmann; PRADO, Karin Braun. Epigenética: um novo campo da genética. **Rubs.**, Curitiba, v.1, n. 3, p.61-69, set./dez. 2008.

MONOD, Jacques. **O acaso e a necessidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1971.

MURPHY, Michael P.; O'NEILL, Luke A. J. (Org). **O que é vida? 50 anos depois, especulações sobre o futuro da biologia**. São Paulo: Fundação editora UNESP, 1997.

NUNES, Luiz. R.; OLIVEIRA, Regina. Costa. Replicação do DNA. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. P. **O que é vida?** para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000, pp. 139-151.

O'CONNOR, T. Emergence properties. **American Philosophical Quarterly**. v. 31, pp. 91-104, 1994.

O'NEILL, Lule. A. J. (Org.). **O que é vida?** 50 anos depois — especulações sobre o futuro da biologia. São Paulo: Editora Unesp, 1997, pp. 35-51.

ODUM, Eugene P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

OLIVEIRA, Sidney Santos. Biologia quântica - campo emergente do conhecimento requer colaboração interdisciplinar e conhecimentos de química e física. **Pesquisa FAPESP**, ed. 287 nov. 2020. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/biologia-quantica/>>. Acesso em: 10 maio 2021.

OPARIN, Alexander. **A origem da vida**. São Paulo: editora escriba, 1955. 106 p.

OPARIN, Alexander. The nature of life: perspectivas clássicas e contemporâneas da filosofia e ciência. In: BEDOU, M. A; CLELAND, C. E. **The nature of life: Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science**. Cambridge University Press. 2010, p. 70 a 87.p. 387–393

OVIDIO, P. N. **As metamorfoses**. Trad. David Gomes Jardim Junior. [s. l.]: Editora TecnoPrint S. A. 1983.

PAPINEAU, David. The rise of physicalism. In: STONE, M. W. F.; WOLFF, Jonathan. **The proper ambition of science**. London: Routledge, 2000, pp. 174-208.

PERINE, Marcelo. Mito e Filosofia. **Philosophos**, v. 7 (2), 2002, pp. 35-56.

PESSOA JR, Osvaldo. Emergência e redução: uma introdução histórica e filosófica. **Ciência e Cultura**, v. 65, n. 4, São Paulo, 2013.

PESSOA JR, Osvaldo. Conceitos de física quântica. 2. ed.. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

PORTO EDITORA. **Totipotência**. Dicionário infopédia da Língua Portuguesa. Porto: Porto Editora, 2003-2019. Disponível em: <<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/totipotencia>>. Acesso em: 26 maio 2019.

PRANDI, Reginaldo. **Mitologia dos orixás**. São Paulo: Companhia das letras, 2001.

PRIGOGINE, Ilya. **As leis do caos**. Trad. Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Unesp, 2002.

PRIGOGINE, Ilya e STENGERS, Isabelle. **A nova aliança: metamorfose da ciência**. Trad. de Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira. Brasília: Editora UNB, 1991.

PRIGOGINE, Ilya; WIAME, J. M. *Biologie et thermodynamique des phénomènes irréversibles*. **Experientia**, 2. v. 11. Amsterdam: Faculté des Sciences, Université de Bruxelles, 1946, pp. 451–453.

RIBEIRO, Eduardo Soares. Bergson e o método intuitivo. In: SEMINÁRIO DOS ESTUDANTES DA PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA DA UFSCAR. VIII Edição, 2012, p. 150-160. **Anais...**, 2012. Disponível em: <<http://www.ufscar.br/~sempgfil/wp-content/uploads/2012/05/12-Eduardo-Soares-Ribeiro-Bergson-e-o-m%C3%A9todo-intuitivo.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

RICKLEFS, Ribeiro e RELYEA. **A economia da natureza**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan LTDA, 2016.

RIDLEY, Mark. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

RUIZ-MIRAZO, Kepa; PERETÓ, Juli; MORENO, Alvaro. A universal definition of life: autonomy and open-ended evolution. **Origins of Life and Evolution of the Biosphere**, n. 34, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004. p. 323-346.

SADAVA, David et al. **Vida a ciência da biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTILLI, Estela. Níveis e unidades de seleção: o pluralismo e seus desafios filosóficos. In: ABRANTES, Paulo C. (Org). **Filosofia da Biologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Seropédica / PPGFIL-UFRRJ, 2018. p. 587-613.

SANTOS, Maria E. B. C. dos. A relação entre ato e potência na metafísica de Aristóteles. **Revista Húmus**, Maranhão, n. 7, p. 111-121, Jan/Fev/Mar/Abr., 2013. ISSN: 2236-4358.

SCHRODINGER, Erwin. **O que é vida?** o aspecto físico da célula viva, seguido de “Mente e matéria” e “Fragmentos autobiográficos”. São Paulo: Editora Unesp, 1997, 193 p.

STEPHAN, Achim. Varieties of emergentism. **Evolution and cognition**., v. 5, p. 49-59, 1999.

STOLJAR, Daniel. **Physicalism**. **Stanford Encyclopedia of Philosophy (SEP)**. [S.l.: s.n.] 2001, pp. 1-67. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/physicalism/>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

STOLLBERG, Gunnar. **Vitalism and Vital Force in Life Sciences – The Demise and Life of a Scientific Conception**. Institute for World Society Studies. Faculty of Sociology. University of Bielefeld. p. 1-27. Alemanha. Bielefeld.: [s.n., 20--] Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.455.7642>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

SULMAN, Natalia Cruz. **Concepções gerais do Reduccionismo e o modelo de Ernest Nagel**. [S.l.: s.n., 20--]. Disponível em: <<https://www.filovida.org/2016/05/concepcoes-gerais-do-reduccionismo-e-o-modelo-de-ernest-nagel/>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

TAVARES Jr.(Org.). **Resiliencia e Educação**. Cortez: São Paulo, 2001.

TRECCANI. **Brownianismo**. Istituto della Enciclopedia Italiana. [S.l.: s.n., 20--]. Disponível em: <<http://www.treccani.it/vocabolario/brownianismo/>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

VALENTE, M. J. P. **A pedagogia do conceito de energia**: contributo para a utilização formativa do conceito de energia. 1993. 289 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Secção de Ciências da Educação, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1993.

VIDEIRA, Augusto Passos. **O que é vida?**: para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000. p. 139-151.

VIEYRA, Adalberto; SOUZA-BARROS, Fernando. Teoria da origem da vida no século XX. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. P. **O que é vida?** para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000. p. 71-101.

WAISSE, Silvia; AMARAL, Maria Thereza Cera Galvão do; ALFONSOGOLDFARB, Ana M. Raízes do vitalismo francês: Bordeu e Barthez, entre Paris e Montpellier. **História, ciências, Saúde**, Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 18, n.3, p.625-640, jul.-set. 2011.

WEBER, Bruce. **Life**. Stanford Encyclopedia of Philosophy (SEP). [S.l.: s.n.] 2015. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/life>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

ZILIO, Diego. Fisicalismo na filosofia da mente: definição, estratégias e problemas. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, 2010, pp. 217-240.

ZIMAN, John M. **O conhecimento confiável**: uma exploração dos fundamentos para a ciência. Campinas: Papyrus, 1997.

ZIMAN, John. M. **Conhecimento público**: a dimensão social da ciência. São Paulo: Itatiaia, 1979.