



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Título do Projeto:	O que é vida? Uma abordagem articulada das teorias de Neodarwinismo, Autopoiese e Biossemiótica.
Aluno:	Gabriel Stedile
Orientador do Projeto:	Gustavo Andrés Caponi

O que é vida? Uma abordagem articulada das teorias de Neodarwinismo, Autopoiese e Biossemiótica.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina BIO 7016 - Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II), como requisito para obtenção do grau de Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Gustavo Andrés Caponi

FLORIANÓPOLIS
JULHO DE 2012

A minha escolha incontestável de estudar Ciências Biológicas foi desenvolvida desde criança; eu gostava muito de animais, além dos meus pais terem escolhido morar em uma casa de praia, dessa maneira me dando oportunidade de ter uma infância rica em contato com a natureza. Durante os quatro anos e meio como acadêmico de Ciências Biológicas na Universidade Federal de Santa Catarina, percorri diversas áreas da biologia e tive contato com elas - primeiramente com Microbiologia e Imunologia, passando por Bioinformática, Biologia Celular, Educação Ambiental e, abruptamente ao final do curso, por Filosofia da Ciência. Esse interesse veio, curiosamente, do meu medo da morte e ao mesmo tempo de querer estudar e entendê-la, tanto em aspectos mais filosóficos como biológicos. Assim, com essa proposta de trabalho, fui ter uma conversa informal com o professor Gustavo Caponi, a fim de saber se ele poderia me ajudar nessa empreitada. Após alguns minutos de conversa, Caponi simplesmente me fala “Gabriel, porque você, ao invés de trabalhar com a morte, não trabalha com a vida?”. No momento não pensei muito sobre a escolha, mas aceitei fazer uma pesquisa inicial para me inteirar melhor sobre o assunto. Entretanto poucos dias em contato com dois livros em especial – “O que é vida?”, de Erwin Schrödinger e “O que é vida? Para entender a biologia do século XXI”, de Charbel Niño El-Hani e Antonio Augusto Passos Videira -, mudaram completamente meu interesse. Eu percebi (mesmo que já tendo pensado sobre isso) que a vida é um fenômeno no mínimo espetacular e misterioso e que existe uma grande gama de teorias as quais vêm tentando defini-la e decifrá-la ao longo do nosso tempo como sociedade humana. Particularmente, dessa grande quantidade de teorias, interessei-me por uma que é considerada um novo paradigma para ciência, a Biossemiótica. Apesar de ainda possuir alguns receios sobre a morte, a oportunidade que se abriu de estudar a vida me modificou profundamente, ao me fazer compreender como meu tempo “consciente” - e dos demais indivíduos vivos - nesse planeta vai ser algo extremamente passageiro e insignificante em comparação ao tempo de existência do Universo; o qual é possivelmente único e de tal riqueza que, quando chegar o “fim”, será totalmente irrelevante o impacto da morte, comparado a tudo que vivenciei. Inicialmente já tenho muito a agradecer aos meus pais, Jair Stedile e Rosinha Stedile; ao meu orientador professor Gustavo Caponi; e a minha namorada Bianca da Silveira Lessa. Dedico esse trabalho a eles.

Gabriel Stedile, Abril de 2012

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais por todo suporte, nas mais diversas situações, durante toda a minha vida. Sempre buscaram me proporcionar todas as chances para eu me desenvolver e me tornar uma pessoa com conhecimentos e virtudes. Essencialmente agradeço por tudo.

A todos os professores e funcionários da faculdade com os quais tive contato e que participaram de alguma maneira na minha formação, com destaque para: professor André Báfica e o doutorando Lucas de Lima Nogueira, meus primeiros “chefes”, que me orientaram na minha primeira experiência de iniciação científica; ao doutorando Glauber Wagner, que me orientou em estudos de bioinformática, ensinando-me lógica e como a biologia é abrangente, manifestando-se até mesmo na área da informática; ao professor Alberto Lindner e a bióloga e técnica de laboratório Chirle Ferreira, que me mostraram outro lado da biologia além da pesquisa, a educação ambiental e a importância das nossas políticas de manejo de resíduos; um agradecimento muito especial a Patrícia M. S. Peres, educadora ambiental que proporcionou a mim e ao nosso grupo de educação ambiental uma experiência única e enriquecedora, dando asas a nossa imaginação em práticas pedagógicas para crianças do ensino fundamental. A secretária e bióloga Ana Márcia, simplesmente a melhor secretária do mundo, sempre humorada, simpática e que me ajudou em diversas ocasiões com relação a questões burocráticas.

Ao professor Gustavo Caponi, por ter-me orientado nesse trabalho de conclusão e que, através de nossas poucas conversas - porém muito enriquecedoras -, me ajudou a desenvolver uma análise crítica e filosófica de aspectos biológicos. Agradeço muito a ele também por ter me aconselhado a pesquisar e discutir o tema vida, o qual se tornou um trabalho fascinante e talvez ideal para terminar uma graduação de ciências biológicas.

A minha banca de defesa, os professores Javier Vernal, Marco Antônio Franciottilio e Carlos Zanneti por toda assistência e predisposição em conhecer meu trabalho e também por serem fontes de ideias e análises.

A minha amiga de muito tempo e que também compartilhou a faculdade comigo, Tatiana Ferraz David, pela nossa amizade e auxílio recíproco em diversas ocasiões de nossas vidas. Ao meu amigo e companheiro de faculdade Juliano Lopes dos Santos, um “maluco” aí que eu conheci e que acabamos compartilhando muitos momentos engraçados. As minhas novas amigas Thais Reinert, Emily Bruna e Thaís dos Santos Vianna que tive o prazer de conhecer na faculdade e com as quais passei muitas situações divertidas. A todos os colegas de curso que não pude nomear aqui, mas que também foram importantes nesse caminho. Espero que essas amigas continuem após a faculdade e que durem o quanto for possível.

Ao CNPq por ter financiado o meu primeiro ano de faculdade e a UFSC e principalmente a coordenadoria de biologia que durante toda minha faculdade me proporcionaram bolsas de extensão e científico-culturais.

Aos inventores do sorvete, sejam eles os chineses ou de outra origem, por esse alimento “mágico” que muitas vezes é meu combustível de felicidade e a comida mais gostosa desse universo.

Por fim e não menos importante, meu mais sincero agradecimento a Bianca da Silveira Lessa, minha namorada, por toda sua força e apoio, ajudando-me na correção e revisão desse trabalho.

“Não tenho medo da morte. Estive morto por bilhões e bilhões de anos antes de meu nascimento, e isso nunca me causou qualquer inconveniência.”

Mark Twain

RESUMO

Ao buscar a definição de vida, domínio particular das ciências biológicas, nos depara-se com a grande dificuldade de trazer a tona um conceito universal, conciliador e claro. Diversos são os motivos de sua aparente não existência, desde ideias como a falta de um motivo real para definir ou conceituar, uma que vez que a ausência de definição não interfere de maneira profunda os estudos atuais da biologia; como também a própria dificuldade e complexidade para conceituar, exigindo estudos e conexões que abrangem todo nosso conhecimento acerca dos sistemas vivos.

Deparamos-nos assim com três grandes paradigmas que direcionam os atuais estudos do problema epistemológico do conceito de vida: O Neodarwinismo, a Autopoiese e a Biossemiótica. Para o Neodarwinismo, conceitos como evolução e seleção naturais são centrais para conceituar vida; A Autopoiese é estruturada em argumentos que a definem como sistemas puramente físicos que se auto-alimentam; já a Biossemiótica busca entendê-la como uma propriedade de identificar e processar signos presentes na natureza.

Assim o presente trabalho visa verificar a definição de vida sob os aspectos do Neodarwinismo, da Autopoiese e da Biossemiótica, comparando-os e demonstrando o potencial unificador na articulação desses três paradigmas da biologia.

PALAVRAS-CHAVE: Neodarwinismo; Autopoiese; Biossemiótica; Vida.

ABSTRACT

In seeking a definition of life, the particular field of biological sciences, we encounter a big challenge of bringing up an universal concept, conciliatory and evident. There are several reasons for its apparent absence, from ideas such as lack of a real reason to define or conceptualize it, since that the deficiency of definition does not affect profoundly the current studies of biology, as well as the difficulty and complexity to conceptualize it, requiring studies and connections that comprehend all our knowledge about living systems.

Thus, we faced with three major paradigms wich direct current studies of the life concept's epistemological problem: The Neo-Darwinism, the Autopoiesis and the Biosemiotics. About Neo-Darwinism, concepts such as evolution and natural selection are central to conceptualize life; The Autopoiesis is structured with arguments that define life as purely physical systems that feed on themselves; finally the Biosemiotics investigate life as a property to identify and process signs in nature.

The present study aims to determine the definition of life under the aspects of Neo-Darwinism, Autopoiesis and Biosemiotics, comparing and demonstrating the unifying potential in their articulation - the three paradigms of biology.

KEYWORDS: Neo-Darwinism; Autopoiesis; Biosemiotics; Life.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. 1: O triângulo semiótico	13
Fig. 2: Representação cronológica da transição entre não-vivo para vivo [...]	42
Fig. 3: Manifestação da semiose através da relação triádica [...]	46
Fig. 4: Dogma Central da Biologia molecular	59
Fig. 5: A trindade genótipo – ribótipo – fenótipo	59

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
OBJETIVO GERAL.....	15
OBJETIVO ESPECÍFICO	15
JUSTIFICATIVA	16
METODOLOGIA	17
SEÇÃO 1 O QUE É VIDA?	18
1.0 Apanhado geral sobre a problemática.....	18
1.1 Definição X Conceito	24
SEÇÃO 2 PARADIGMAS SOBRE O FENÔMENO VIVO	30
2.0 Diversidade da vida: um grande desafio para conceituá-la	30
2.1 Teorias.....	32
2.1.0 Neodarwinismo	32
2.1.1 Autopoiese	35
2.1.2 Autonomia e evolução em “aberto”	38
2.2 Análise crítica da proposta de sistema autônomo com evolução em “aberto” [...] ..	43
SEÇÃO 3 BIOSSEMIÓTICA.....	45
3.0 Histórico.....	45
3.1 A Lógica dos Signos	46
3.2 A teoria do significado.....	48
3.3 Biossemiótica.....	50
3.4 Desenvolvendo o conceito de Biossemiótica.....	52
3.5 O código genético e sua evolução semiótica	54
SEÇÃO 4 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS.....	66

INTRODUÇÃO

A precisão e a objetividade de qualquer ciência advêm do fato que estas delimitam seu domínio particular de atuação. (EL-HANI; VIDEIRA, 2000). Curiosamente, as Ciências Biológicas não conseguiram até hoje unificar, de forma clara e satisfatória, o conceito de seu objeto de estudo, a vida. Tanto na literatura especializada como na literatura e bibliografia popular (ex.: dicionários, livros didáticos, enciclopédias), definição de vida é algo extremamente raro (LUISI, 1997; CHYBA; MCDONALD, 1995), embora existam exceções (ABERCROMBIE et al., 1990). O que geralmente se encontra são termos técnicos como “forma de vida”, “ciclo de vida”, “processo de vida” (EL-HANI; VIDEIRA, 2000). O porquê de tal “rota de fuga” por parte de pesquisadores e estudiosos da área vem ao encontro das ideias de Mayr (1982); através da “visão tradicional sobre a definição de vida”, ele tentou listar algumas propriedades definidoras do processo da vida, reconhecendo que essa maneira é provavelmente incompleta e se resume essencialmente a ilustrar as diferenças entre vida e não vida, sem defini-la. Ele argumenta que tal definição não pode ser criada devido às seguintes suposições:

- 1) A vida como tal não pode ser definida, por isso uma definição clara não é encontrada;
- 2) A questão da definição de vida não é importante para a biologia;
- 3) O processo de vida pode ser definido ou, ao menos, aproximadamente distinguido dos processos inorgânicos através de uma lista de propriedades características;
- 4) É difícil delimitar esse conjunto de propriedades, mas essas dificuldades podem ser contornadas ao permitir uma lista de características mais vagas e redundantes, admitindo inclusive que a fronteira entre vida e não vida não seja rigidamente demarcada;
- 5) Considerando a vida como um fenômeno físico, a biologia lida com sistemas de tal complexidade que não se pode, na prática, reduzi-la apenas ao campo da física. Inevitavelmente, na lista de características discriminadoras e cruciais da vida, haverá a necessidade de incluir propriedades genuinamente biológicas como auto-reprodução, metabolismo e seleção natural.

No entanto, alguns pesquisadores e estudiosos (SMITH, 1986) possuem argumentos controversos a estas suposições, buscando formular novas definições de

vida. Por exemplo, Margulis e Sagan (2002) realçam uma ideia diferente da lista de atributos: a vida se distingue não por seus componentes químicos, mas pelo comportamento desses componentes. Já o físico Nobel Schrödinger (1997) desenvolve o conceito de que vida se relaciona diretamente com a capacidade dos organismos vivos de evitar o rápido decaimento de suas estruturas moleculares no estado inerte de "equilíbrio". Isso deixa claro como é difícil chegar a um consenso sobre certas definições que beiram a metafísica (ontodefinições) (EMMECHE, 1998). Assim os paradigmas têm papel fundamental em direcionar tais definições a uma possível universalidade (KUHN, 2003).

Definições explicam o significado de um termo relacionando-o com outras expressões de linguagem, porém alguns conceitos precisam ser entendidos sem a ajuda de outras fórmulas verbais. Sabe-se, atualmente, através de estudos da semântica e da psicologia, que nossa capacidade para conceituar e nos referir a "classes" não precisa necessariamente de uma prévia compreensão, implícita ou explícita. Por exemplo, os humanos vêm usando termos químicos e físicos muito antes desses serem entendidos em sua essência (exemplo: ferro, líquido, planeta). Ainda que conceitos e objetos naturais possam ter um âmago de significado ("significado original"), eles geralmente não são descobertos no momento da construção das definições, no início da pesquisa, mas sim em seu final (STERELNY; GRIFFITHS, 1999). Tal argumento dá força aos biólogos defensores da concepção de que, para construir a ciência biológica e estudar os processos vivos e suas consequências é irrelevante uma definição de vida, além de que não são encontradas muitas dificuldades de reconhecer sistemas vivos de não vivos no planeta terra (com a famosa exceção de casos limítrofes, como vírus; ou, do ponto de vista filosófico e mais atual, da criação de vida artificial, como robôs ou inteligência artificial) (NEVES; NETTO, 2003; BEDAU, 2000). Porém conceitos são úteis, principalmente se esses forem relacionáveis e pertencerem a um sistema complexo de conhecimento. Definições ou conceitos fragmentados e pouco trabalhados podem comprometer futuras definições ou entendimentos, devido à precisão e a previsões pequenas ou ausentes. Além do mais, com as novas pesquisas extraterrestres buscando por planetas onde a vida pode ocorrer, uma definição (ou várias definições utilizadas em conjunto) nos ajudará a identificar e/ou classificar o vivo, em formas um tanto quanto diferentes do usual (CRICK, 1988).

Uma definição aceitável de vida deve atender a determinados preceitos e se enquadrar de maneira clara dentro do âmbito filosófico e científico (VIEIRA, 2011); buscando, se possível, a independência temporal de conhecimento.

Os seguintes requisitos foram propostos por Emmeche e El-Hani (1999): (a) universalidade; (b) coerência com o conhecimento científico; (c) elegância conceitual e capacidade de organização cognitiva e (d) especificidade. Vale a pena ressaltar a possível necessidade de outro requisito: (e) total independência em relação à(s) teoria(s) evolutiva(s), proposto por Fabiano de Souza Vieira (2011).

Atualmente, a biologia moderna, por não ter um caráter apenas experimentalista e orientado pela busca de “fatos”, consegue proporcionar ferramentas conceituais que ao menos remontam um retrato coerente de algumas propriedades universais dos sistemas vivos (TAVARES, 2000). Assim nos deparamos com três supostas definições de vida que, por sua vez, são regidas por alguns paradigmas atuais vigentes: (1) sob a ótica do Neodarwinismo, o qual classifica a vida como a seleção natural de replicadores (DAWKINS, 1979), contando também com algumas variações como a relação “replicadores e interagentes” (HULL, 1981); (2) sob o foco do metabolismo (Autopoiese), proposto por Maturana e Francisco Varela (1980), o qual discursa sobre a importância fundamental de redes, vias e componentes metabólicos em sistemas vivos; (3) a Biossemiótica, um novo paradigma da biologia, o qual une estudos na área de comportamento animal desenvolvidos por Uexkull com o estudo da semiótica de Peirce (FAVAREAU, 2010), procurando perceber a vida não apenas baseada em organização de moléculas, mas também como um meio de comunicação de signos na natureza (EMMECHE, 1998; HOFFMEYER, 1997).

1. Neodarwinismo

“Nada na biologia faz sentido exceto à luz da evolução” (DOBZHANSKY, 1973). O paradigma principal da biologia moderna, desde sua origem no livro “A Origem das Espécies”, de Charles Darwin (1859), vem sofrendo constantes adições e atualizações, devido ao desenvolvimento de novas tecnologias as quais proporcionaram responder a algumas questões que na época de sua criação permaneceram na escuridão.

Mesmo tal ideia não sendo muitas vezes explícita ou aceita, vida para esse paradigma é basicamente a seleção natural de entidades que conseguem se auto-copiar, passar e herdar informações ideais para sobrevivência de sua futura linhagem.

Tal concepção é bastante discutida e aprofundada na obra “O gene egoísta” (DAWKINS, 1979); ela explica a origem e a evolução da vida sob a perspectiva dos genes. Os organismos nada mais são que "máquinas de sobrevivência" dos genes, com o único objetivo auxiliá-los na auto-replicação. Entretanto o filósofo David Hull (1981) defende uma ideia mais generalista, pois aponta que tais “máquinas” – as quais denominou “interagentes” – possuem importância fundamental no processo de vida, sendo a relação de genes e seus interagentes com o ambiente uma maneira mais completa para se entender a vida e sua evolução.

Independente das diversas variações no Neodarwinismo, sob esse paradigma, a definição de vida parece não estar ligada intimamente ao nível de organismo individual, mas sim como um processo de linhagem de entidades conectadas pelo sistema de reprodução e seleção (aqui a hereditariedade determina tal ideia de conexão). É importante ressaltar que, para tais teorias terem uma validade que seja possivelmente universal, os genótipos e fenótipos – conceitos centrais do neodarwinismo – não devem ser necessariamente dependentes de genes feitos apenas de DNA e/ou organismos feitos de células. (EMMECHE; EL-HANI, 1999).

2. Autopoiese

O metabolismo é papel central no paradigma dos sistemas fechados de organização circular, proposto por Maturana em 1960. Sugere-se que sistemas vivos são aqueles organizacionalmente fechados, mas estruturalmente – material e energeticamente – abertos. Assim essa rede produz seu próprio limite, além de componentes (metabólitos) que, por sua vez, produzem a própria rede e os componentes participantes (MATURANA; VARELA, 1980).

Um aspecto relevante dessa teoria é não levar em consideração a informação genética ou biológica como característica intrínseca a um sistema autopoietico. As informações advindas de tais referências são atribuídas ao sistema do ponto de vista do observador. Desse modo, a semiose não é levada em conta como definidora de sistemas vivos, o que define é sua auto-referência (EMMECHE; EL-HANI, 1999).

Assim a estrutura da teoria autopoietica se enquadra essencialmente no mecanicismo, dificultando sua aceitação por parte de biólogos e filósofos, ao colocar fenômenos biológicos (replicação, evolução) em um plano secundário e possuir um caráter estritamente não-semiótico (“codificar”, “interpretar”, “função” e “propósito” são metáforas e nada mais).

3. Biossemiótica

Um novo paradigma vem sendo construído a partir de estudos semióticos dos signos, desenvolvido por Charles S. Peirce (1962), relacionando-os com os sistemas biológicos. O termo “Biossemiótica” foi usado pela primeira vez por Friedrich S. Rothschild em 1962, entretanto trabalhos de Thomas Sebeok e Thure von Uexkull vêm popularizando o termo e o campo de estudo (KULL, 1999). Além disso, existe uma disputa pelo real criador/detentor do termo, já que foi Sebeok quem desenvolveu o conceito de Biossemiótica durante toda sua vida (FAVAREAU, 2010). Esse paradigma surgiu pela necessidade de uma base teórica estruturada e concreta para explicar o uso de termos oriundos da teoria da comunicação, utilizados frequentemente na descrição (e nos conceitos) de fenômenos biológicos como: “código”, “processamento de informações”, “comunicação” e “intercâmbio e interpretação de signos” (TAVARES, 2000).

Atualmente Emmeche e El-Hani (1999) vêm usando de tal teoria para definir vida: propriedade de sistemas materiais auto-organizados capazes de utilizar informação de maneira a realizar funções favoráveis à sua adaptação e sobrevivência. Tais informações são encontradas na natureza na forma de signos, que podem ser derivados de um significado original, termo desenvolvido por Haugeland (1985).

Os signos seriam formados por um conjunto de relações que podem ser representadas em um diagrama, o triângulo semiótico (Fig. 1):

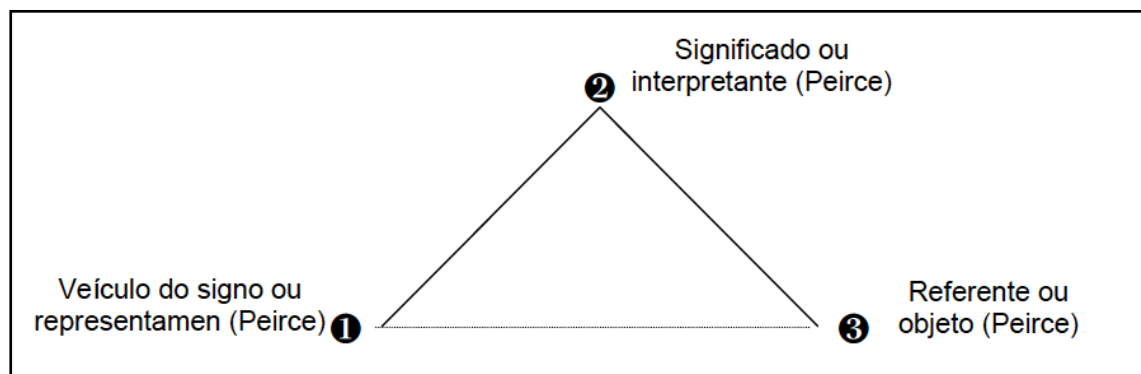


Fig.1: O triângulo semiótico (adaptado de NOTH, 1990).

De acordo com o diagrama: 1) veículo do signo (ou *representamen*) que seria o que “carrega fisicamente o signo” (EL-HANI; VIDEIRA, 2000), sua manifestação;

2) significado (ou interpretante), o efeito do signo sobre uma entidade – podendo ser desde o entendimento humano sobre algo até o desencadeamento de cascatas químicas em células; 3) Referente (ou objeto), um objeto qualquer, material e/ou imaginário, o qual é carregado pelo *representamen*.

É interessante ressaltar que diversos fenômenos na natureza, considerados antes apenas físicos ou isentos de significados, podem ser entendidos por esse diagrama; como, por exemplo, o guincho de babuínos ao avistar perigo (comunicação entre organismos), a distinção celular de *self/non-self* e até a própria transcrição do DNA (EMMECHE; EL-HANI, 1999).

Entretanto um dos maiores problemas que a Biossemiótica enfrenta é uma explicação plausível sobre o surgimento natural dos signos: se é possível existir signos em sistemas puramente físicos, ou seja, ausentes de cultura (tanto humana como de qualquer outra espécie de observador). Apesar disso, tal paradigma não exclui conceitos e pressupostos do Neodarwinismo e Autopoiese, tendo o potencial para ser o paradigma conciliador das duas teorias previamente citadas.

Os primeiros passos em construir uma proposta com esse caráter mais universal foram realizados por Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010) que desenvolveram um conceito de vida que basicamente é uma síntese entre pressupostos neodarwinistas e autopoieticos, nascendo uma “nova-teoria” intitulada: Uma definição universal de vida: Autonomia e evolução em aberto. Essa característica em aberto relaciona-se à evolução dos organismos vivos como algo não contido por limites definidos, restrições ou estruturas, permitindo ser adaptável a mudanças. Apesar de apresentar diversos prós e conseguir diminuir problemas com casos de borda, como veremos durante esse trabalho, falha em explicar relações biológicas com características “informacionais” (ex.: o código-genético e sua relação com as estruturas tridimensionais). Nesse ponto existe a possibilidade de acrescentar a biossemiótica a essa teoria, a fim de “completá-la”, atingindo até onde se compreende todos os aspectos do fenômeno vivo (organizacional, hereditário-ecológico, informacional).

OBJETIVO GERAL:

Abordar o conceito “vida” na base de uma articulação entre as teorias da Biossemiótica, do Neodarwinismo e da Autopoiese, mostrando sua potencial universalidade e competência para direcionar futuros estudos e trabalhos sobre os fenômenos biológicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Discutir e apontar os motivos para se buscar um conceito ao invés de uma definição sobre vida.
2. Verificar e indicar as principais problemáticas e falhas das duas teorias - Neodarwinismo e Autopoiese - quando tomadas isoladas.
3. Analisar a proposta que unifica o Neodarwinismo e Autopoiese, sugerindo ainda a necessidade de uma teoria que dê conta do caráter “informacional”, apontado como fundamental no entendimento do fenômeno vivo.
4. Desenvolver o conceito de Biossemiótica.
5. Argumentar sobre a necessidade, a importância e a possibilidade de uma teoria biológica unificada, com caráter conceitual e que alcance todos os aspectos que a Biossemiótica, o Neodarwinismo e a Autopoiese apontam em seus alicerces específicos.

JUSTIFICATIVA

As três teorias citadas anteriormente possuem tanto pontos fortes como pontos frágeis, todas cumprindo até certo ponto os pré-requisitos para uma boa definição de vida. Diversos aspectos das três estão “diluídos” e impregnados (direta ou indiretamente) na estrutura das teorias e conhecimentos científicos atuais. No entanto, a Biossemiótica possui uma proposta inovadora e interdisciplinar, já que adiciona conhecimentos semióticos à linha de raciocínio biológico, que juntos podem nos auxiliar no desafio epistemológico de definir vida. Sua essência é estudar a natureza como um problema semiótico (mas não exclusivamente semiótico), em que a teoria dos signos de Peirce se manifesta através de inúmeras formas: distinção celular de *self/non-self*, expressão e regulação gênica e outras reações biológicas (como cascatas de sinalização). Tal teoria também possui fortes embasamentos, por explicar fenômenos como cognição celular e molecular primitivas (por exemplo, bactérias e protozoários), que a Autopoiese e o Neodarwinismo carecem de explicações consistentes (EMMECHE; EL-HANI, 1999). Além disso, possui um caráter integral uma vez que ela consegue abranger dentro de sua própria teoria aspectos da Autopoiese e do Neodarwinismo, não os tornando incompatíveis.

A busca por uma definição ou conceito conciliador de todo o conhecimento biológico, que foi adquirido até o século XXI, é um ponto crucial para se entender de modo sistêmico a enorme quantidade de informações existentes; e a falta de interesse por parte dos biólogos em resolver alguns problemas epistemológicos – como os conceitos de gene, espécie, informação, entre outros – pode acarretar em dificuldades futuras para a validação de atuais e/ou novas teorias.

METODOLOGIA

1 – Levantamento bibliográfico:

Foram realizadas buscas sistemáticas por dados bibliográficos nacionais e internacionais na área de filosofia da ciência, focando os assuntos definição de vida, Neodarwinismo, Autopoiese e Biossemiótica.

2 – Análise e organização conceitual:

Foi realizada uma compilação das informações coletadas a fim de reunir, organizar e estruturar um documento, demonstrando um processo de construção de visão universal e que articule diferentes teorias atuais.

Tal documento foi dividido em quatro seções: 1) Introdução, discussão e análise sobre a problemática de se tentar definir o fenômeno vivo, sublinhando alguns argumentos que identificam a importância de conceitos ao invés de definições quando os alvos são termos relacionados à natureza do universo. 2) Descrição de duas teorias importantes como paradigmas na biologia atual, exibindo seus objetos e visões específicas de estudo, como também casos de bordas que apontam exemplos onde a teoria se mostra incompleta ou falha. Nessa seção é apresentada uma teoria “derivada”, uma síntese feita por Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010), onde o Neodarwinismo e a Autopoiese são vistos como partes complementares dos aspectos centrais na vida. Ainda nessa seção, é desenvolvida uma análise crítica dessa proposta unificada - que ainda demonstra falhas ao explicar características informacionais da vida, como o “código genético”-, em que sugere a Biossemiótica como uma possível adição para se aperfeiçoar tal proposta integradora. 3) Desenvolvimento dos fundamentos – Peirce, Uexkull e Sebeok – até preposições atuais – Barbieri - da teoria Biossemiótica. 4) Revisão, síntese, discussão e conclusão do trabalho em relação às informações compiladas, recomendando ao final da seção uma proposta que articula preceitos neodarwinistas, autopoieticos e biossemióticos.

SEÇÃO 1 – O QUE É VIDA?

1.0 Apanhado geral sobre a problemática

A origem de conceitos gerais remete a processos de abstração que, por sua vez, são derivados de um processo de desenvolvimento e amadurecimento da nossa consciência ao longo da infância até a vida adulta. Basicamente, esse desenvolvimento pode ser medido ao se comparar os diferentes graus de capacidade de transformar as experiências caóticas advindas do mundo exterior em unidades ordenadas (RENSCH, 1971). Na prática, ocorre do seguinte modo: tente se lembrar de experiências e memórias cada vez mais antigas. Isso pode variar de pessoa para pessoa; mas, de modo geral durante o período de 1 a 4 anos, possuímos poucas memórias em virtude de que, nessa época, nossa consciência estava amadurecendo, e o mundo se apresentava de maneira bastante caótica. Aos poucos a consciência foi ordenando as informações que chegavam até que se atingiu um estágio de atividade cerebral completo o bastante para manter processos mentais - capacidade de abstração, memória, linguagem, entre outros. Os conceitos se desenvolvem a partir desse momento, quando procuramos características que traduzimos como comuns em meio às infinidades de objetos no universo, delimitando conjuntos por suas semelhanças ou diferenças (MOURA, Mayara Patrícia, 1999).

Apesar de não termos ainda uma explicação suficiente para descrever esse processo físico-psicológico – o que futuramente, nesse trabalho, poderemos caracterizar como a capacidade de semiose dentro da teoria da Biossemiótica – o qual nos capacita a discernir, ou também analisar, elementos idênticos ou similares; ele é aceito como “funções de diferenciação” (RENSCH, 1971). Experimentos vêm mostrando que animais mais complexos, principalmente se tratando de primatas como o chimpanzé, também conseguem compreender igualdade e similaridade, agir de modo capaz a partir de pensamentos “averbais” menos ou mais desenvolvidos, inclusive aprendendo linguagens de sinais (GARDNER, R. Allen; GARDNER, Beatrice T., 1969) ou usando números arábicos (MATSUZAWA, Tetsuro, 1985). Tal fato pode ser indício de que a seleção natural tem operado durante o longo curso da filogenia animal, selecionando adaptações para as funções de diferenciação do mundo inanimado da mesma forma que selecionou funções fisiológicas (RENSCH, 1971). Identificar e considerar esse pressuposto são importantes passos para eliminar o enraizado conceito de que cognição é algo exclusivamente humano. Além disso, é

imprescindível ressaltar que ela é fruto de um processo evolucionário como quaisquer outras características encontradas em seres vivos. Não é algo que apareceu de repente em primatas ou no *Homo sapiens*. Essa ideia pode sinalizar que, como um processo evolutivo, a cognição - ou uma pré-cognição - pode ter sua origem nos níveis mais basais de formas vivas, como bactérias e protozoários. Podemos observar isso em bactérias quimiotáticas que conseguem “sentir” as diferenças químicas no ambiente, nadando em direção ao açúcar e se afastando do sódio; ou algumas espécies que conseguem detectar e se orientar por campos magnéticos (MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion, 2002, p. 230-231). Os autores também citam uma passagem do bioquímico Daniel Koshland (1992) que descreve perfeitamente a problemática da sensibilidade na matéria viva:

““Escolha”, “discriminação”, “memória”, “aprendizagem”, “instinto”, “julgamento” e “adaptação” são palavras que normalmente identificamos com os processos neurais superiores. Contudo, em certo sentido, pode-se dizer que uma bactéria tem todas essas propriedades. [...] seria insensato concluir que as analogias são apenas semânticas, uma vez que parece haver relações subjacentes nos mecanismos moleculares e nas funções biológicas. Por exemplo, nas espécies superiores, a aprendizagem envolve acontecimentos a longo prazo e interações complexas, mas, com certeza, a formação enzimática induzida deve ser considerada um dos recursos moleculares mais prováveis para fixar algumas ligações neuronais e eliminar outras. Assim, a diferença entre instinto e aprendizagem torna-se uma questão da escala temporal, e não de princípio” (MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion, 2002, p. 230) .

O que ajuda a fortalecer essa proposta é distinguir a não dependência de linguagem na formação de ideias/conceitos: “Enquanto um conceito não está conectado a uma palavra e permanece averbal, como faz em animais complexos e no início da infância humana, é apenas uma questão de repetir experiências idênticas ou similares.” (RENSCH, 1971, p. 9, tradução nossa). Os conceitos só se tornam dotados de significado científico quando eles são expressos como julgamentos e são bastante ou pouco definidos em estrutura.

Um julgamento pode tanto derivar de outros julgamentos prévios, como muitos julgamentos combinados podem formar uma conclusão. Um exemplo disso é a seguinte sequência lógica: “os cachorros tem glândulas mamárias”, “os gatos tem glândulas mamárias”, “os humanos tem glândulas mamárias”. Conclusão: “todos mamíferos tem glândulas mamárias”. Esse método de conclusão é típico da indução, uma das bases da estrutura da biologia e de todos os outros conhecimentos científicos (ARANHA, Maria L. de Arruda; MARTINS, Maria Helena P., 1993).

A indução geralmente é usada pela ciência como procedimento primário para ordenar afirmações/confirmações, ou seja, classificações. Em cada estágio de classificação, entretanto, também é possível proceder na direção oposta, através da dedução. Nesse caso se estabelece um quadro geral que irá testar sua validade em instâncias pontuais. Por exemplo, podemos postular que “todos os animais que têm glândulas mamárias são mamíferos”, “morcegos têm glândulas mamárias”. Conclusão: “morcegos são mamíferos”.

É interessante notar que apesar de ser dito que o conhecimento científico é conseguido de modo empírico através da experiência (ARANHA, Maria L. de Arruda; MARTINS, Maria Helena P., 1993), essencialmente o que se lida é com julgamentos baseados em probabilidades, dos quais conclusões são tiradas. Frequentemente o grau de probabilidade é tão alto que nos tratamos e expressamos os julgamentos numa maneira apodítica como fatos. Qualquer classificação corporifica um potencial de predição em relação a sua instância, entretanto essas predições não são mais que uma possibilidade lógica (RENSCH, 1971). Isso implica que o conhecimento científico não deve ser levado como um conhecimento livre de erros, perfeito, ou como a palavra final. Sua própria natureza baseada em graus de probabilidade deve direcionar para definições, conceitos e leis científicas dotadas de certa maleabilidade e abertura a novas descobertas e mudanças.

Um processo importante para formar e ampliar teorias e hipóteses ocorre através da especulação; algumas, obviamente, podem carecer de meios para sua verificação (ex.: a teoria das cordas na física; a Biossemiótica na biologia, etc.); tal fato não quer dizer que elas não são científicas ou que são erradas. Alguns casos na história mostram que geralmente uma especulação dita de “ponta” necessita esperar o avanço de outras áreas do conhecimento humano a fim de ter um embasamento empírico suficiente para comprová-la, transformando uma hipótese especulativa em algo substancialmente “correto”. Esse foi um caso que ocorreu no final do século 18, quando Erasmus Darwin construiu uma teoria evolutiva sem evidências suficientes, numa base em grande parte especulativa; que, após alguns anos de avanços e principalmente com a descoberta do DNA (1869), se mostrou uma teoria notavelmente precisa (RENSCH, 1971, p. 15).

Em última instância, teorias que se relacionam e possuem um alto grau de precisão podem ser consideradas “leis”, às quais geralmente atribuímos um caráter universal (KUHN, 2003). Todas as leis expressam as constantes relações entre os

fenômenos experienciados, ou entre os componentes do último “algo”, o “significado original”, a “teoria final”, o que constituiria o mundo transubjetivo subjacente a todos os fenômenos (WEINBERG, 1993, HAUGELAND, 1985).

As pesquisas na área de biologia, no entanto, estão concentradas em analisar a vida como um processo causal, controlado por leis físicas e químicas. Todavia efeitos advindos da relação/interação entre fatores psicológicos e processos fisiológicos, especialmente quando falamos de cognição e sua derivada “vontade” ou “livre-arbítrio” em homens e animais, aparenta ser, para muitos estudiosos, incompatível - ou algo que transcenda - com as leis causais que regem a química e a física (RENSCH, 1971). Nesse ponto se encontram as teorias vitalistas, as quais defendem que o fenômeno biológico não pode ser explicado ou fazer sentido sem se admitir a existência de uma “lei paralela”, alguma espécie de impulso ou força vital que seria responsável pelas peculiaridades observadas no fenômeno vivo. O início dessa aparente incompatibilidade entre “mente” e “matéria” advém das teorias de René Descartes, que foi fundamental para história da ciência em implantar a perspectiva do racionalismo no conhecimento humano. Através dessa ótica, a mente foi separada e isolada da natureza (MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion, 2002, p. 50 -52), a experiência e o conhecimento sensível são afastados do conhecimento verdadeiro, esse considerado puramente intelectual (CHAUI, Marilena, 1996, p. 117) – o que de certo modo se torna um estigma que bifurca os dois reinos, mental e material -, originando o dualismo psico-físico. Atualmente há tentativas de reconciliação devido a descobertas e indícios de que ambos são intimamente relacionáveis e, principalmente, são importantes em processos vitais (FAVAREAU, Donald, 2010, p. 3). Posteriormente a Descartes, outro marco foram as investigações racionais realizadas por Newton que também contribuíram para reforçar a ideia de que o universo pode ser explicado totalmente pelo intelecto, pela matemática e por fenômenos submetidos a leis mecanicistas, além de afirmarem que o pensamento subjetivo e a experiência sensível estão sujeitos a enganos (ARANHA, Maria L. de Arruda; MARTINS, Maria Helena P., 1993, p. 107). Apesar de existirem outros marcos e intelectuais importantes, os quais colaboram para essa estrutura racional, esse processo determinou nossa história científica até os dias de hoje e pode ser um dos principais fatores para a ciência, principalmente na área da física, ter dificuldade em aceitar, ou ao menos considerar, fenômenos de cognição ou de significação na natureza físico-química do universo. Inclusive o racionalismo geralmente é fonte de

dificuldades para as ciências humanas, no quesito de construir suas metodologias tentando descentrar ou desvincular as emoções e a própria subjetividade do pesquisador e do cientista (ARANHA, Maria L. de Arruda; MARTINS, Maria Helena P., 1993, p. 167-168).

Por outro lado, Rensch afirma que, no momento no qual se entendem tais fenômenos como frutos de processos relacionais – na física é representada pela teoria da mecânica relacional, baseada no princípio de Mach (PINTO, Alexandre Custódio, 2003) -, não há necessidade de explicações que fujam das leis causais. A dificuldade aparente em entender leis sistêmicas é que cada alteração num determinado sistema – por exemplo, a estrutura - sob seus domínios dará frutos a novas relações ou até mesmo a novas propriedades (RENSCH, 1971, pg. 18-19). Inicialmente se julga que tal fenômeno é exclusivo de processos biológicos, em situações como quando o organismo adquire novas estruturas ou características advindas de mudanças no código genético; ou quando se observa cascatas de reações que se relacionam não apenas em um local pontual, mas que, em última instância, têm importância e se relacionam direta ou indiretamente com a totalidade do ser vivo. Não sendo bastante, podemos ver as mesmas “leis” em processos físico-químicos naturais:

“Quando certo número de protons, deuterons e elétrons se combinam para formar um átomo, novos elementos com novas propriedades vêm a existir. O mesmo se aplica a fusão de átomos em moléculas; por exemplo, quando metal leve sódio se combina com o gás cloro para formar sal” (RENSCH, 1971, p. 18, tradução nossa).

Nessa proposta não há espaço absoluto, forças fictícias; apenas certas forças são e devem ser descritas a partir de interações entre corpos materiais, que ainda assim obedecem à lei de ação e reação (PINTO, Alexandre Custódio, 2003, p. 149 - 150).

Portanto as leis de sistema não contradizem, em nenhum momento, as leis causais que regem a química e a física, apenas pressupõe uma quantidade muito numerosa ou talvez infinita de relações complexas, as quais se manifestam quando se combinam as “peças certas”. Ainda assim, essa ideia é passível de algumas questões: existe uma esfera físico-química que identifica e dá conteúdo a essas relações, análoga a um *script* de um programa de computador? Onde estaria a programação das variáveis relacionais desse sistema que chamamos de universo? Seria uma esfera de fenômenos à qual não temos acesso por causada da sua identidade que se relaciona à natureza transubjetiva do universo? Pois explicar através da físico-química porque

alguns elementos se interagem e outros não - a grosso modo devido a compatibilidades/incompatibilidades físicas (formas) e elétricas (ligações químicas) - é uma coisa; mas como explicar o motivo e de que forma, de uma interação permitida pela explicação prévia, nascem novas informações, novas propriedades, que estão numa esfera qualitativa e/ou “informativa”?

Outros aspectos físicos importantes advêm das teorias de Schrödinger, o qual aponta basicamente duas propriedades importantes dos sistemas vivos. O primeiro aspecto é que o DNA/RNA são caracterizados como moléculas peculiares, que o autor as nomeia como sólidos aperiódicos. O que geralmente se encontra na natureza, como em cristais, são sólidos periódicos, os quais partem de uma estrutura básica - o “germe de um sólido” - e, uma vez que se estabelecem suas periodicidades, não existe tamanho limite do agregado e que se consiste, simplesmente, em repetir a mesma estrutura em três dimensões. No caso da molécula orgânica, de uma estrutura base, cada átomo ou grupo de átomo ganha uma função própria, e ocorre a produção e expansão da estrutura de modos diversos em três dimensões. O segundo aspecto é a submissão de qualquer sistema vivo às leis termodinâmicas. O preceito envolvido com essa característica é a segunda lei da termodinâmica, o princípio da entropia, o qual postula que a quantidade de entropia - desordem - de qualquer sistema isolado termodinamicamente tende a aumentar com o tempo, até se alcançar o valor de entropia máxima, o chamado estado inerte de equilíbrio. É por evitar o rápido decaimento nesse estado que:

“um organismo parece tão enigmático. Assim é que, desde os mais remotos tempos do pensamento humano, afirma-se que uma força especial não-física ou sobrenatural (*vis viva*, enteléquia) opera no organismo, e, em alguns recantos, ainda se afirma isso” (SCHRODINGER, E., 1997, p.81).

No entanto, para o autor, o mistério se resolve ao se analisar como o organismo consegue deter ou desacelerar esse processo de equilíbrio: comendo, bebendo, respirando - resumindo, através do metabolismo. Então os organismos se alimentam de “entropia negativa”, diminuindo continuamente a entropia do sistema, que naturalmente produzida pelo simples fato do organismo existir e estar vivo. Nesse balanço, quando chega o ponto em que de alguma maneira se não consegue mais impedir o aumento da entropia - por motivos violentos ou naturalmente pela “vida útil” do sistema - o organismo atinge o estado máximo ou inerte, que conhecemos como a morte.

Minha proposta se baseia na ideia de que a vida é um fenômeno causal, dependente e submetida a leis físicas como as da termodinâmica expostas acima, mas que também tem sua complexidade e suas exclusividades resultantes de leis de sistemas relacionais. Como ficará mais claro no decorrer desse trabalho, uma propriedade fundamental é o caráter informacional, o qual, apesar de ainda não ter pela ciência uma descrição clara de sua natureza (BEDAU, et al., 2000, p. 368 -369), pode se tratar de uma “esfera” originada de um processo relacional causal. Primeiro, porém, será discutido o valor, os prós e problemas de definições e conceitos sobre a vida.

1.1 Definição X Conceito

Uma definição é um método empregado pela mente humana para entender o mundo a sua volta. Definições se preocupam com linguagens e conceitos, sendo sempre divididas basicamente em duas partes (CLELAND C.; CHYBA C., 2010): o *definiendum*, que é a expressão sendo definida (ex. “copo”), e o *definiens*, a expressão fazendo a definição (ex “recipiente geralmente feito de vidro, de formato cilíndrico, sem tampa, usado para conter pequenas quantidades de algum líquido”).

Ainda de acordo com Cleland e Chyba (2010), a definição “ideal” explica e determina um termo relacionando expressões já determinadas e entendidas pela mente humana. Para ela não ser circular, o *definiens* não deve usar a própria definição nem termos proxivamente relacionados. A extensão de um *definiens* é determinada pela quantidade de descrições que deixam o *definiendum* aplicável; na ausência da condição necessária, o termo não pode se aplicar, e na condição suficiente, a presença do termo não pode deixar de ser aplicada.

Entretanto mesmo as supostas definições ideais sofrem de casos de borda, como acontece com a definição de vida. Isso ocorre pelo fato de que a linguagem é vaga e dificilmente irá conseguir delimitar um todo do qual ela mesma faz parte. De qualquer forma é possível construir uma estrutura de conhecimento baseada na linguagem próxima desse ideal; na qual, no caso da vida, devem-se superar exemplos como o fogo, os cristais, os vírus e outros termos que dificultam a extensão do *definiens* de vida.

Algumas definições que se remetem a objetos e fenômenos humanos são ligeiramente mais fáceis de definir devido às descrições constituintes desses

definiendum que geralmente são exclusivas, ou em grande parte advindas da própria mente humana, tornando-as mais fáceis de entender e correlacionar. Esse caso muda drasticamente quando se tenta definir a identidade de aspectos naturais como os elementos químicos, as partículas fundamentais do átomo e seus comportamentos e como também se acredita ser a vida um aspecto desse tipo. A vida é, na prática, um fato objetivo do mundo natural, independente se algo está vivo ou não (e se esse algo tem capacidade de pensar e está tentando definir o que é o fenômeno de vida). Cleland e Chyba (2010) dão um exemplo com a definição de água: o que é água? O que encontramos são tentativas no sentido de listar suas propriedades relacionadas aos nossos sentidos, como “úmida”, “transparente”, “sem cheiro”, “sem gosto”, “solvente”, etc. O problema é que, ao fazer isso, diversas outras substâncias (que de fato não são água) apresentam qualidades semelhantes, comportam-se superficialmente como água e acabam não sendo excluídas, deixando ambíguo e sem um *definiens* consistente esse tipo de definição. Para definições de vida, facilmente se encontra esse tipo de estrutura, senão a maioria (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010, p. 311). E do mesmo modo se observam os mesmos problemas de ambiguidade e delimitações inconsistentes. Se estipularmos que água é H_2O , muito desses problemas desaparecem visto que, por exemplo, as substâncias que aparentam ser água vão mostrar em sua fórmula molecular básica que são mais que H_2O (ou menos), excluindo-as do termo água. Ainda assim não é uma definição ideal, pois dizer que água é H_2O não responde porque ainda usamos o termo “água” para uma série de substâncias que não são puramente H_2O , além de que, se em um futuro descobrirmos que as leis químicas que dão suporte à estrutura etimológica H_2O estiverem erradas ou se elas forem ligeiramente modificadas, essa definição será descartável.

Um outro problema com definições baseadas e dependentes de diferentes teorias vigentes é exposto em um caso curioso. Sabemos hoje na área da cosmologia que existem experimentações demonstrando a existência de uma radiação de fundo, que seria o resquício do *big bang*, teoria proposta por Georges Lemaître sobre a origem do universo como conhecemos (KRAG, H., 1987). Além disso foi descoberto pelos ganhadores do prêmio Nobel em física, Saul Perlmutter, Brian P. Schmidt e Adam G. Riess (2011) que o universo não só está em expansão como também ela é acelerada. Podemos ressaltar desses fatos: a teoria do *big bang* hoje é aceita e tem fatos concretos a suportando, entre outros motivos, pela medição dessa radiação de fundo e a possibilidade de visualizar e calcular as galáxias se afastando uma das

outras por estarem em um momento da história do universo relativamente próximas uma das outras (tornando esse processo visível a nós). No entanto essa mesma teoria prevê que no futuro, em alguns milhões ou bilhões de anos, essa radiação deixará de existir naturalmente e o universo terá se expandido tanto que a maioria das galáxias, ou mesmo planetas, estarão tão longe um do outro que para um cientista no futuro em nosso planeta (levando em conta que de alguma forma a nossa ciência atual que detinha provas desse início do universo se perca durante o decorrer desse tempo), o universo “fornecerá” fatos que irão suportar uma ideia diferente do universo: um universo estático, sem outros corpos celestes tirando a terra (pelo fato que as estrelas ao redor estarão tão distantes que será impossível visualizá-las) e ainda sem um início aparente, pois a radiação de fundo não existirá mais (KRAUSS, 2012). Estaria a ciência desse futuro errada ao descrever o universo dessa maneira? Seriam então as definições “ideais” que hoje construímos um tanto precipitadas, dado que a aparente característica de alguns fenômenos do universo são maleáveis e mutáveis com o tempo?

O principal argumento que podemos retirar desses problemas encontrados em definições é que esse tipo de classificação não é ideal para identificar a natureza de alguns fenômenos do universo. Principalmente em relação ao fenômeno de vida, uma definição pode ser difícil por dois principais motivos: 1) vida é um aspecto natural, então não possui pressupostos ou correlações possíveis para se construir seu *definiens*, a menos que se leve em consideração a existência de um “significado original”; 2) a estrutura de uma definição, já possui a ideia fundamental de delimitar o algo a que está definindo (BRAMONT, 2010), então pela natureza intrínseca do fenômeno vivo não ser algo contido por limites e restrições devido a sua característica de evolução em “aberto”, adaptações e constante inovação de formas e diversidade, torna-se incompatível ser delimitável por uma definição. Esse argumento pode ser uma das explicações do porquê ser tão difícil alcançar a definição ideal de vida, das inúmeras tentativas durante a história da sociedade humana e porque devemos deixar de lado isso e buscar na verdade um conceito de vida.

Definições acabam servindo apenas para explicar conceitos que nós associamos a outros termos. Mesmo que em casos de sobreposições de conhecimento, em que definições possuem um importante papel de induzir precisões para evitar confusão entre conceitos, quando entramos na esfera dos aspectos naturais, um

conceito é estruturado de modo a facilitar as dificuldades demonstradas por definições.

Enquanto uma definição irá apenas tentar limitar uma conjuntura de termos e expressões, um conceito possibilita utilizá-lo para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou de uma situação; “capaz de situar os fatos, objetos ou situações concretas naquele conceito que os inclui” (ZABALA, 1998).

Conceitos são processos que estão mais vinculados a ideias, suposições, representações gerais e abstratas sobre um determinado conjunto de elementos em questão (AUDI, 1999, p. 169). Podem ser considerados a “unidade de conhecimento” o que torna possível a descrição, classificação e previsão desses elementos em uma situação problema. Um conceito, apesar de ganhar inicialmente uma palavra que irá nomear a fim de torná-lo uma convenção de linguagem, pode ser expresso através de outras e diferentes palavras, o que significa, na prática, que é independente da linguagem. Por exemplo, o conceito vida pode ser nomeado e expresso como *life* em inglês, *leben* para alemão, *vita* em latim e assim por diante, sem perda de conceito, pois o significado por trás não muda com o termo utilizado para nomeá-lo.

Assim sua função torna-se descrever para facilitar o reconhecimento de um objeto e de organizar dados e fatos oriundos de experiência para conectá-los de modo lógico. Muitos conceitos científicos são orientados por essas duas funções, a fim de não se limitarem a descrever dados empíricos, tornando possível uma derivação dedutiva (LOBATO, 2010). Esse tipo de estrutura é por um aspecto ideal para descrever o fenômeno vivo ao não tentar delimitá-lo, mas sim “descrevê-lo”.

Apesar de seu caráter de não limitar um termo tanto quanto uma definição, Cleland e Chyba (2010) acreditam que um conceito ideal para a vida ainda é impossível devido a ausência de um quadro teórico geral e adequado da matéria viva para descrevê-la. Duas coisas podemos ressaltar nesse ponto:

1) Um conceito irá apenas “vislumbar” a real identidade de um objeto pertencente à natureza do universo por ser exclusivamente entidade da cognição humana:

“Como entidades mentais humanas, conceitos não conseguem revelar o caráter objetivo subjacente à natureza (ou falta dela) das categorias designadas por termos relacionado a classes naturais. No entanto, quando nós usamos um termo relacionado a classes naturais, é essa natureza subjacente – e não o conceito em nossas mãos – em que nós estamos interessados.” (CLELAND C.; CHYBA C., 2010, p. 332, tradução nossa)

2) A dificuldade em fazer e principalmente testar conjunturas sobre biologia universal, a fim de levar em consideração o "quadro" completo dos elementos pertencentes à matéria viva. Encontra-se aqui o famoso caso do "N=1": o problema é distinguir entre características acidentais ou essenciais da vida quando temos uma amostra do tamanho de 1. Esse "um" é a vida contemporânea que temos registro na terra, o que ainda podemos indagar se é a única e primeira (CLELAND C.; CHYBA C., 2010). Rensch acrescenta que dificilmente um único caso pode fornecer evidência para todas as outras coisas do mesmo tipo. Sempre há possibilidades de exceções, ou seja, qualquer variação desconhecida até o momento pode invalidar as generalizações (RENSCH, 1971).

Na história da vida terrestre que conhecemos e documentamos, como poderíamos identificar as meras contingências biológicas quando não temos outras "amostras" para identificá-las? Muitas características bioquímicas que classificamos como importantes ou essenciais, já que todos os organismos terrestres compartilham, podem na verdade serem derivadas de uma mera contingência química ou física presente do tempo quando a vida foi originada ou se desenvolveu na terra (SAGAN, 1974). “Na ausência de uma teoria geral de sistemas vivos, como nós podemos discriminar a contingência do essencial? É um pouco como se tentássemos chegar a uma teoria geral de mamíferos quando apenas observamos zebras.” (CLELAND; CHYBA, 2010, p.332, tradução nossa).

Apesar de todas essas dificuldades e falhas encontradas, tanto em definições como em conceitos, Cleland e Chyba (2010, p.333) apontam que “em essência, a origem comum da vida terrestre contemporânea nos cega para as possibilidades de vida em geral”. Ainda assim argumentam que é possível e "vale a pena" construir um conceito geral da natureza dos sistemas vivos:

“O melhor que podemos fazer é construir e testar empiricamente teorias científicas sobre a natureza geral dos sistemas vivos, as quais resolvam nossos dilemas relacionados a classificações explicando casos de borda – do porquê certas coisas que estão vivas algumas vezes faltam características que nós associamos com a vida e porque coisas que não são vivas algumas vezes possuem características que nós associamos com a vida. Nenhuma teoria científica pode ser conclusiva, entretanto alguma dia poderemos ter uma bem confirmada, adequadamente geral sobre o fenômeno vivo, que vai nos permitir formular uma declaração teórica de identidade, que por sua vez irá proporcionar uma resposta cientificamente satisfatória para a questão “O que é vida?” (CLELAND C.; CHYBA C., 2010, p.332, tradução nossa)

Além do mais o problema do "N=1" é visto geralmente de modo pessimista. O ideal seria termos amostras de organismos vivos não dependentes do nosso mundo, a fim de iniciarmos os processos de comparação e delimitação entre aspectos de contingência e essenciais. No entanto, alguns esforços no desenvolvimento de uma teoria geral da natureza viva são possíveis e já inclusive possuímos tais ferramentas. Mesmo que uma generalização tenha validade duvidosa, podemos considerá-la e nomeá-la como "hipótese de trabalho". Esse termo é usado para indicar que a generalização em questão pode ser algo prematuro, mas tem seu valor por determinar o destino das investigações futuras (RENSCH, 1971). Uma das resoluções possíveis é desenvolver uma vasta quantidade de teorias bem fundamentadas em experimentação que "atacam" o fenômeno vivo em diversos aspectos (evolucionário, ecológico, leituras indiretas, entres outros), para testarmos suas aplicações através da variedade de experimentos que atualmente temos disponível (STERELNY; GRIFFITHS, 1999). Outra maneira seria continuar a desenvolver um conceito que intrinsecamente prevê e nos deixe receptivos a um intervalo vasto de possibilidades e rastros de vida dentro e fora da terra que geralmente pré-conceituamos como impossíveis ou pouco prováveis (ex.: Real necessidade da presença de água? Organismos feitos apenas de carbono? etc.). "E é só mantendo as fronteiras do nosso conceito de vida adaptáveis e abertas para possibilidades imprevistas que nós poderemos acumular as evidências empíricas necessárias para formular uma verdadeira teoria geral de sistemas vivos" (CLELAND C.; CHYBA C., 2010, p.334, tradução nossa).

Na próxima parte será discutido e analisado dois paradigmas da biologia, a teoria do Neodarwinismo e a teoria da Autopoiese, exibindo as propostas de trabalho que a ciência até agora conseguiu construir com base empírica e positivista. No entanto serão apontados alguns argumentos pela necessidade de uma teoria que atinja o fenômeno vivo de modo integral, o qual tenha o "poder" de universalizar o conhecimento biológico adquirido até hoje.

SEÇÃO 2 – PARADIGMAS SOBRE O FENÔMENO VIVO

2.0 Diversidade da vida: um grande desafio para conceituá-la

As teorias sobre o fenômeno de matéria viva que possuímos hoje em dia são bastante controversas devido, entre tantos fatores, ao próprio fenômeno de vida; que, na realidade, “manifesta-se” em um grande gama de tipos e níveis de organização. Dessa forma, há grande dificuldade em encontrar uma única teoria que consiga captar todas essas particularidades em um único esquema conceitual - e ainda específico, a fim de evitar dúvidas com casos de borda (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010). É importante ressaltar também um fator que dificulta muito a formulação de tal teoria: é a própria capacidade peculiar da vida de se transformar, diversificar-se e explorar seus próprios limites.

Entretanto, alguns avanços na ciência começaram ao menos a direcionar algumas possíveis características universais. Uma delas é no campo da biologia molecular, em que houve a descoberta de uma molécula bioquímica fundamental em todos os organismos vivos, o DNA (não esquecendo o RNA, que além de se relacionar de modo facultativo com o DNA no caso de vírus, é apontado em alguns estudos como a molécula replicadora primária (GILBERT, 1986). Ainda assim Kepa Ruiz-Mirazo, Juli Peretó e Alvaro Moreno (2010) questionam se tal molécula é resultado de uma contingência ou se é uma estrutura necessária; em outras palavras, se podemos estudar e caracterizá-la como um princípio biológico universal ou se ela apenas deriva de um ancestral comum de toda a vida terrestre.

Apesar de ainda existir biólogos e cientistas que não se interessam ou acham desnecessário uma definição de vida (ex.: MAYR, 1982), assim como em outros fenômenos já previamente estudados pela ciência, a definição em si talvez não seja mais importante que o próprio caminho de experimentação e análise de dados, de construção do conhecimento acerca da natureza da vida, o que possivelmente irá trazer inúmeros avanços práticos e teóricos para o conhecimento humano. Por mais que esse fenômeno particular seja bastante complicado para se estudar, devido a inúmeros fatos que beiram a metafísica ou parecem ultrapassar o funcionamento puramente mecânico do universo, a ciência tem que ser feita livre de preconceitos, inclusive da própria dificuldade de se estudar um fenômeno. Algumas áreas do conhecimento atual já estão demonstrando a necessidade de um conceito mais claro,

como em questões de legislação a cerca de aborto e outras problemáticas envolvendo vida-sociedade humana (MATOS, Mara Célia Alves 2005;). Um exemplo é documentado no seguinte parecer da ministra Rosa Maria Weber em um julgamento sobre antecipação de parto em casos de anencefalia:

“Nem a Ciência tem o controle de todos os seus conceitos (...) Plutão por muitos anos do século 20 foi considerado um planeta e depois deixou de ser (...) O uso do conceito vida em biologia é razoavelmente estável. Significa organismo com metabolismo próprio e capacidade de reprodução” (UOL, 2012)

Outras áreas que necessitam de investigações conceituais mais claros acerca do fenômeno vivo é na pesquisa e desenvolvimento de vida *in situ*, inclusive de vida artificial (BEDAU, et al., 2000); na ampliação da busca em áreas da terra antes consideradas inóspitas (ex.: chaminés negras em regiões marítimas abissais), estudando como a vida se comporta e consegue florescer em tais lugares, remetendo talvez a sua própria origem no planeta (BRADLEY, 2010); e na busca por vida fora do sistema solar. A astrobiologia é uma área que busca especialmente tal definição a fim de estar preparada para identificar e classificar uma possível “vida” fora do nosso planeta e com características que talvez em um primeiro momento não estivéssemos preparados para perceber. Entretanto Cleland e Chyba (2010) apontam que talvez não precisamos de uma definição propriamente dita, mas sim uma teoria geral da natureza dos sistemas vivos. Além do mais, Sterelny e Griffiths (1999) apontam que uma definição de vida não é um pré-requisito necessário para determinar o alcance da biologia, mas sim uma definição importante e interessante na área da biologia universal.

A dificuldade de estudar e criar definições cresce a medida que os “objetos alvo” são ou parecem se conectar a elementos da natureza do universo, pelo fato que definições precisam de referir a algo e se esse alvo está em íntima relação com a “essência” de todas as leis universais, ele não pode se remeter a nada, a não ser talvez a um “significado original”, a uma última “alguma coisa” a qual se constitui o mundo transubjetivo por baixo dos fenômenos que ocorrem no universo (RENSCH, 1971). O que se observa pelo método científico, usando uma mistura de induções e deduções, é que conseguimos reduzir uma série de fenômenos complexos em definições, hipóteses, teorias, leis “simples” para nosso entendimento e que ao mesmo tempo em seu âmago apontam para uma lei universal geral. Entretanto essa lei última parece se mostrar inatingível por nossas próprias limitações naturais de percepção e cognição.

Por outro lado, alguns físicos, como Marcelo Gleiser, não acreditam que a física ou qualquer outra ciência pode ser unificada em uma única teoria, a teoria que explique “tudo” (GLEISER, 2010).

2.1 Teorias

2.1.0 Neodarwinismo

O Neodarwinismo - ou também conhecido como Teoria Sintética da Evolução – é a teoria que baseia seus fundamentos na noção de seleção natural postulada por Darwin (1859) juntamente com os avanços recentes principalmente na área de biologia molecular, onde se descobriu a unidade que é responsável tanto pela adaptação como pela herança por meio de partículas: o gene.

A teoria defende que os organismos estão em uma eterna “luta” contra o ambiente a sua volta e só aqueles mais adaptados irão sobreviver a ponto de conseguir passar seus genes à próxima geração. A unidade básica de adaptação é o gene; porém sua variação, a qual tem potencial de se manifestar em características tanto “benéficas” como “deletérias” é aleatória. Essa variação gênica pode correr em virtude de diversos processos como mutações e recombinações gênicas. Outros processos que também ajudam a interferir na frequência de alelos entre gerações de seres vivos são: a deriva genética, o fluxo gênico e a seleção natural. Finalmente é importante salientar que a sobrevivência de genes ou características em virtude da seleção natural não é aleatória, visto que os alvos de seleção que permanecem só sobrevivem pelo seu “poder” intrínseco de adaptação ou de estar/ser adaptado ao desafio em questão.

Pode-se entender que o Neodarwinismo está construído em um modo o qual utiliza o método de “listagem” de características para estruturar seu conhecimento sobre vida. Isso se observa em argumentos como: “a vida é uma propriedade de populações de entidades que (1) se auto-reproduzem (2) herdam características de seus predecessores por um processo de transferência de informação genética e, assim de características hereditárias (implicando em uma distinção entre genótipo e fenótipo) (3) apresentam variação em virtude de mutações aleatórias (4) deixam descendentes pelo sucesso de sua combinação de propriedades frente ao desafio das pressões seletivas encontradas no ambiente”. (EMMECHE; EL-HANI, 1999, EL-

HANI. VIDEIRA, 2000). Em outras palavras uma entidade, para ser vida, precisa possuir as características de reprodução, hereditariedade e variação, que em conjunto permitem a relação de adaptação com o meio (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010). Caso uma ou mais dessas características não ocorram em uma determinada entidade, geralmente ela ou não é considerada vida, ou torna-se um caso de borda, passível de contestações (ex.: vírus, organismos híbridos que perderam sua capacidade de reprodução). El-Hani ainda ressalta que, para essa definição ter um caráter mais universal, é necessário enfatizar que a referência a “genótipo” e “fenótipo” não deve necessariamente implicar em genes feitos de DNA/RNA e/ou organismos constituídos de células (EL-HANI; VIDEIRA, 2000).

Todavia, algumas definições baseadas nesse modelo buscam justo se afastar de uma estrutura em lista e trazer à teoria um caráter mais genérico e universal: “Vida é um sistema químico auto-sustentado capaz de se submeter a evolução Darwiniana (NASA’S “working definition”; JOYCE, 1994).

O neodarwinismo é constantemente refinado como teoria, tanto por novas descobertas quanto pelas diferentes ideias que a teoria permite em sua própria estrutura. Algumas variações que chamam a atenção são do cientista Richard Dawkins, o qual defende em sua mais famosa obra, *O Gene Egoísta* (1979), que o alvo principal e sob o qual atua diretamente a seleção natural é o gene ou “replicador”. Ele vai mais longe defendendo que o início da vida ocorreu na terra primitiva com os replicadores, resultando na concepção de que a molécula ou o sistema mínimo de vida é um replicador (um gene). Essas moléculas replicadoras evoluíram através do tempo por meio da seleção, construindo “cascas” ou “robôs” (os corpos dos seres vivos) com a função de defesa e melhoria de sua chance de sobrevivência no ambiente. David Hull (1981) amplia essa ideia ao chamar essas “casas” de “interagentes”, além de defender que não só o gene é importante, mas também o próprio sucesso do interagente no ambiente, o qual tira o foco exclusivo do replicador e da importância central na relação replicador-interagente (HULL, 1981). El-Hani aponta uma grande diferença entre as ideias de Dawkins e Hull: o primeiro construiu uma teoria com ênfase puramente informacional. Assim pode-se levar a uma concepção idealista que qualquer conjunto específico de propriedades informacionais abstratas, não importando o meio material, pode ser considerado vida (EL-HANI; VIDEIRA, 2000); um exemplo dessa concepção é a própria ideia de “memes” que criou (DAWKINS, 1979). Já Hull não “esqueceu” que vida é,

naturalmente, tanto uma “forma” quanto matéria, “algo com aspectos tanto informacionais e organizacionais quanto materiais” (EL-HANI; VIDEIRA, 2000, p. 45).

Algumas críticas que são apontadas contra esse modelo advêm inicialmente de que uma teoria sobre a vida deveria também levar em conta o modo como os componentes daquele sistema estão organizados em um “todo coerente” (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010) (curiosamente é o aspecto que a teoria da Autopoiese trata). Na ótica da teoria sintética, o metabolismo é produto de origem molecular genética, a qual é a molécula replicadora que detém todas as informações necessárias para a construção da vida em seu sistema integral. Isso fortalece a crítica de que esse modelo é uma teoria fundamentalmente molecular, “moléculas sob dinâmicas seletivas” (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010). De um ponto de vista mais filosófico, essa teoria é passível de dúvidas e confabulações ao se examinar sua “lista” necessária: reprodução seria uma característica realmente essencial para um ser vivo? Pode ser possível a existência de uma molécula (ou entidade) que possui um sistema próprio, que se adapta e sobrevive a seleção natural, porém que não tem capacidade de se reproduzir, o que acarretaria na prática apenas uma ausência de descendência. Essa entidade ou poderia ser virtualmente imortal (e morrer apenas de formas violentas), ou apenas teria um certo tempo de vida e se extinguiria. Na falta de poder se reproduzir, poderia ela ser desconsiderada de ser viva? Se essa análise fosse feita sob o ponto de vista da Autopoiese (que será discutida posteriormente), a resposta seria sim, pois a entidade teria um sistema próprio (o que para teoria é a característica mínima de vida). Outro exemplo é o famoso caso de organismos híbridos estéreis. Por não conseguir se reproduzir, a mula estaria morta? Em defesa à característica de reprodução, o que na verdade ocorre é que a mula e os híbridos em geral perderam a capacidade de reprodução de células germinativas, enquanto que as somáticas continuam a se reproduzir durante sua vida. Também não perdem a característica de hereditariedade, pois o próprio híbrido se desenvolveu e herdou características provenientes de seus “pais”. Existe também a possibilidade que a vida em sua origem possa ter passado por um período sem a molécula de DNA (ou RNA), onde a seleção natural não estaria agindo sobre tais entidades (DYSON, 1985, NEW; POHORILLE, 2000). Caso encontrássemos tais moléculas protéicas em um mundo distante, deveríamos excluir elas do fenômeno vivo?

Como veremos a seguir na concepção de Autopoiese, os sistemas vivos -

principalmente tratando de seu metabolismo - não se resumem a ser somente auto-mantidos e praticamente dependentes exclusivamente das moléculas replicadoras, mas sim possuidores de uma organização auto-reproduzida, funcionalmente integrada. De acordo com Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010), o Neodarwinismo falha em possuir uma caracterização adequada do tipo de organização material que iria permitir o início do processo de evolução darwiniana (precisamente algum tipo de organização metabólica pré-genética). A diferença de abordagem, a qual será facilmente visualizada, está situada nos seguintes pontos: enquanto a teoria sintética trabalha com um lado mais de coletivo e suas relações ecológicas, “linhagens de organismos conectados pelos processos de reprodução e seleção” (EL-HANI; VIDEIRA, 2000, p. 43), a Autopoiese está centrada no indivíduo e em seu metabolismo (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010).

2.1.1 Autopoiese

A teoria postulada por Humberto R. Maturana e Francisco J. Varela, na década de 1960, se denomina Autopoiese, tendo como princípio central na definição do que é vida, o metabolismo e sua organização. Vida seria a rede de processos de produção - tanto síntese como destruição - de componentes (metabólicos), sendo seus produtos a própria rede que os produziu. A ideia apresentada é de uma organização circular, que se auto-define, “autônoma”. Devem-se ressaltar duas considerações para o entendimento completo dessa “autonomia” o qual vai além do usual conceito que considera a vida como um fenômeno “auto-organizado”:

1) O sistema é fechado não no sentido de isolado do meio, mas sim um “fechado” fundamentalmente operacional, pois cada sistema envolve e relaciona um grupo de processos que interagem e se organizam de acordo com uma lógica operacional “fechada em si mesma”, criando seu próprio limite e seguindo sua própria dinâmica circular de auto-produção. (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010, EMMECHE; EL-HANI, 1999, VIEIRA, 2011).

2) O sistema é aberto para a troca de matéria e energia com o meio; a relação dessa com o metabolismo dá origem a atividade e manutenção do organismo em seu estado de equilíbrio dinâmico (ou como analisado adiante, em equilíbrio com leis termodinâmicas).

Uma condição básica é compreender os seres vivos como unidades

independentes, individuais, dentro de uma visão organicista/ mecânica. Nesse aspecto, essa teoria rejeita qualquer noção de informação genética ou biológica, significação ou qualquer forma de semiose como algo intrínseco a vida; ela, justo ao contrário, defende que a informação é entendida como algo atribuído ao sistema do ponto de vista do observador, e noções como “codificação”, “representação”, “funções”, “objetivos” são puramente metafóricas (EMMECHE; EL-HANI, 1999). Fenômenos como reprodução e evolução são secundários à unidade, pois seguem a seguinte lógica: “para que algo se reproduza é necessário primeiramente que ele seja constituído com uma unidade e tenha organização que o defina” (MATURANA; VARELA, 2002). Finalmente é uma teoria que se remete à organização biológica e a sua autonomia, não uma teoria de estrutura químico-física de seres vivos (EMMECHE; EL-HANI, 1999).

As unidades possuem dois atributos fundamentais: 1) a organização, a qual define a unidade de um sistema através da relação entre componentes; 2) a estrutura, que seria os componentes reais, suas propriedades e relações entre os mesmos. “Uma unidade pode mudar sua estrutura sem perder sua identidade, na medida em que a organização é mantida” (VIEIRA, 2011, p. 24).

A cognição é outro aspecto bastante importante na teoria, pois é através dela que o sistema “vive como processo”. Entretanto essa cognição é vista como um processo livre de significado, o que parece contraditório e dificulta o entendimento sob esse ponto de vista. De acordo com Maturana e Varela (2002), a cognição seria fruto de um processo que relaciona novas conexões da rede influenciadas pelo meio ou pela própria dinâmica do sistema (auto-influência). O ambiente continuamente “perturba” o sistema, o qual através da sua rede (pré-determinada) especifica que tipo de perturbações podem eventualmente desencadear alguma mudança estrutural. Em outras palavras, a perturbação não especifica ou impõe nenhuma transformação no sistema, apenas “dispara” uma cascata de efeito que será exclusivamente definida pela estrutura do sistema em questão, o qual determinará o que deve ocorrer com esse sistema. A natureza da cognição é sensório-motora, e cada indivíduo constrói “seu mundo” através dessa característica. Devido ao seu próprio fechamento operacional que origina um limite e dá uma “identidade” ao sistema vivo, nasce nesse momento um conceito de *self* (corpo vivencial) - que é uma percepção do ambiente pelo observador que difere da realidade real, muito semelhante à teoria de *umwelt* de Jakob Von Uexkull (2010) que será abordada posteriormente nesse trabalho.

Obviamente sob o ponto da Autopoiese, essa percepção é livre de qualquer tipo de significado, porém é importante ressaltar que reconhece a cognição, além de interligada com a vida, presente em todos os níveis de organismos vivos, o que futuramente será importante para explicar e fortalecer a abordagem feita pela biossemiótica.

Ainda no contexto da relação entre meio ambiente e o sistema autopoietico, surge a ideia de deriva natural. Enquanto que na teoria de Darwin adaptação é qualquer característica que foi selecionada pela seleção natural e que, por sua vez, capacita o organismo a sobreviver, ela é abordada diferente no conceito autopoietico, pois não permite uma “gradação” de adaptações possíveis como na teoria sintética - ou o organismo está apto ou ele nem tem a possibilidade de existir. Não há organismos mais adaptados ao meio ambiente (inexistência de adaptação diferencial), e sim a ideia de que, ou o sistema previamente tem uma rede que interage de maneira positiva com o ambiente, ou é ausente e está fadado à inexistência ou morte. “Não há sobrevivência do mais apto, há sobrevivência do apto”. (MATURANA; VARELA, 2002, p. 127). A deriva natural é a relação positiva do nicho em questão com uma dinâmica de variação de estrutura dos sistemas vivos (evolução, sob essa ótica), uma vez que essa variação não prejudique a Autopoiese e não modifique a adaptação a ponto de desviá-la para fora da “faixa de relação positiva com o meio” (BOTELHO, 2011, p. 51-52).

Essa teoria vem sendo negligenciada pela biologia e pela filosofia devido a ênfase da vida não ter nenhuma natureza semiótica ou com funções e objetivos, o que para muitos biológicos é contra-intuitivo (EMMECHE; EL-HANI, 1999). Um exemplo é o que os autores apontam que ocorre na biologia molecular que enfoca fenômenos como “reconhecimento molecular”, descrição de estruturas e “funções” de genes e proteínas, além do código genético ser considerado o “projeto” para o desenvolvimento de um organismo adulto a partir de um ovo fertilizado. Tais termos entre parênteses são metafóricos? Se não, devem continuar a serem usados como simples metáforas?

Outro problema é ter caráter um tanto genérico, o qual abre espaço para diversos casos de bordas, como o fogo, sistemas virtuais, entre outros, que podem ser considerados vivos nessa ótica (CLELAND; CHYBA, 2010; EMMECHE; EL-HANI, 1999).

2.1.2 Autonomia e evolução em “aberto”

Tal proposta, construída por Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010), não é uma nova teoria, mas sim uma síntese e tentativa de preencher as “falhas” encontradas nas teorias de Autopoiese e Seleção natural, ao uni-las e dar um passo em direção a uma teoria de caráter mais universal e completa.

Curiosamente, o Neodarwinismo e a Autopoiese cobrem respectivamente aspectos igualmente importantes e fundamentais sobre o fenômeno da vida: sua hereditariedade e evolução e sua organização peculiar. Assim um dos entraves é que ambas focam em uma das duas “dimensões”, necessitando de uma teoria que justo faça esse ligação entre elas (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010).

Assim foi desenvolvida a definição de ser vivo como qualquer sistema autônomo com capacidade evolutiva em “aberto” onde:

- A) Autonomia é entendida como um sistema longe do equilíbrio termodinâmico que constitui e mantém a si estabelecendo uma identidade organizacional, funcionalmente integrada e baseada em um conjunto de interações endergônicas-exergônicas entre processos de auto-construção interna, como também com outros processos de interação com o meio ambiente;
- B) Capacidade evolutiva em “aberto” é o potencial de um sistema reproduzir sua constituição funcionalmente dinâmica, produzindo uma variedade ilimitada de sistemas equivalentes e meios de expressar tal dinâmica, onde não estão sujeitos a nenhum limite superior predeterminado de complexidade organizacional (mesmo que estão na realidade, restritos a relação energia-matéria impostas por um ambiente finito e pelas leis universais da físico-química).

Faremos agora uma análise mais aprofundada das duas preposições:

a) Autonomia.

Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010) abordam a autonomia relacionando “auto-organizado” e “auto-mantido” e apontando uma crucial cronologia entre eles para o entendimento da vida. Inicialmente o sistema seria auto-organizado, semelhante a inúmeros sistemas dissipativos naturais (NICOLIS; PRIGOGINE, 1977;

BROGLIATO; LOZANO; MASCHKE; EGELAND, 2007). “Por “auto-organizado” nos referimos ao fenômeno que ocorre quando uma série de processos microscópicos não lineares geram uma correlação macroscópica global (um padrão comportamental dinâmico novo) longe da condição de equilíbrio termodinâmico que é mantida pela contínua ação de um conjunto de regulagens, uma das quais – no mínimo – é resultado do fenômeno atual” (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010). Apesar dessa característica ser essencial para os sistemas vivos não atingirem – ou atrasarem – o equilíbrio termodinâmico (SCHRODINGER, E., 1997), observa-se uma situação muito mais elaborada. A Autopoiese enfatiza isso ao colocar que o organismo em si é quem “organiza” diferentes métodos de regulagem que controlam o fluxo de energia. Isso dá uma “identidade” única, ausente em sistema dissipativos não vivos, mas que, entretanto deram fundamento a esse fenômeno (MELAMEDE, 2006).

De acordo com Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010) o próximo passo é a “autonomia” ou “auto-manutenção”, quando o sistema desenvolve essa regulação única do fluxo matéria-energia a ponto de conseguir manter sua organização mesmo diante de algumas perturbações externas. Isso só é possível a sistemas que desenvolvem reações químicas, tornando-se um sistema químico. Um sistema puramente físico simplesmente não consegue alcançar tal grau de regulagem. A auto-manutenção dessa rede química é altamente dependente de relações entre processos não espontâneos (ex. Transporte de substâncias contra um gradiente de concentração) que se beneficiam de processos espontâneos (KAUFFMAN, 2000). Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010) sugerem que para transição entre um sistema químico autônomo “nu” para sistema auto-produtor maduro com capacidades mínimas de adaptação à perturbações que possam destruir sua organização require-se a resolução de três problemas principais: (1) encapsulamento por uma membrana semi-permeável a fim de evitar uma eventual crise osmótica; (2) coordenação espaço-temporal de todos os processos – e suas conexões, que é feita na relação da membrana (que delimita a distinção entre o sistema e o ambiente além de ser onde o sistema controla concentrações e componentes) com um grupo de catalisadores, responsáveis por modular o destino em que as reações ocorrem, criar mecanismos regulatórios/homeostáticos e realizar processos de transporte mediados; (3) atingir transferência de energia eficiente para os componentes e processos do sistema, que pode ser feito com um grupo de moléculas que circulam energia, no mínimo uma solúvel em água (ex. ATP) e uma relacionada diretamente a processos de transporte

(ex. Gradiente de potencial eletroquímico de prótons ou íons de sódio através da membrana) (DE DUVE, 1991). Ao final desse processo teremos um sistema autônomo mínimo, como uma dinâmica interna entre seus componentes e uma dinâmica um tanto peculiar e até onde se sabe inovadora de comportamento frente ao meio ambiente. Nessas condições, inclusive, de modo primitivo esse sistema pode fazer seu próprio “*umwelt*” (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010).

Nesse ponto é possível parar e refletir com a seguinte questão: se nos deparássemos com essas entidades autônomas e algum lugar do universo, poderíamos imediatamente chamá-las de vida? A resposta é não de acordo com Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010), pois apesar da autonomia ser talvez o passo inicial e crucial, ela na verdade tem potencial para vida. A molécula autônoma já consegue manter um tempo de existência muito superior a outros sistemas físico-químicos, porém apenas com a adição de mecanismos de reprodução, hereditariedade e evolução através de gerações é que essa molécula se torna competente para se relacionar e evoluir no meio, desenvolvendo as inúmeras diversidades de formas e métodos de controlar seu fluxo de material-energia como hoje observamos na natureza. “Em outras palavras, a estabilidade a longo prazo de um mundo biológico depende decisivamente de como os seres vivos mudam com o tempo e evoluem através das gerações”. (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010, p. 316, tradução nossa). Assim entramos na análise da segunda preposição:

b) Capacidade de evolução em “aberto”

O sistema autônomo básico descrito acima necessita agora de um meio de “gravar” os novos componentes e conexões advindos das dinâmicas (interna e externa) que lhe trouxeram algum atributo inovador em suas características relacionadas ao funcionamento e/ou sobrevivência. Uma “reprodução” primitiva pode acontecer em um sistema autônomo básico (NEW; POHORILLE, 2000; CLELAND; CHYBA, 2002), onde um “sistema mãe” duplica-se originando um “sistema filho” que pode ser igual/semelhante, mas também tem grandes chances de ser inviável devido a esse tipo de “replicação” ser pouco “confiável”, devido a ausência de um sistema especializado em reprodução (replicação versus reprodução) (VIEIRA, 2011; DYSON, 1985). Isso fica crítico a medida que o sistema aumenta em complexidade e seus componentes são mais difíceis de produzir. Uma solução é gerar um componente funcional que após o processo de reprodução, carregue fielmente um *template* do

sistema de origem, além de ser competente por executá-lo e tornar esse processo mais “confiável”, independentemente da complexidade do sistema de origem. “Desta forma, componentes se tornam “registros” materiais e é possível começar a falar sobre “hereditariedade” de uma maneira mais rigorosa” (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010, p. 317, tradução nossa). Chega-se assim em um estágio de sistema autônomo hereditário, funcionalmente baseado em uma única molécula hereditária de polímero (ex.: replicadores de Dawkins), análogo a ideia de “*RNA-world*” (GILBERT, 1986), com a diferença que essa molécula já está incorporada em um metabolismo celular, ou seja, não é considerada como a molécula primordial (CECH, 2011) ou o primeiro sistema autônomo (EIGEN, 1992) e sim uma molécula derivada de sistemas anteriores. Existem teorias que se conflitam em relação a natureza dessa molécula replicadora, pois pode ser tanto o RNA que conhecemos hoje como também algum tipo de replicador antecessor a RNA, um pré-RNA (EGHOLM et al., 1993). Independente de quem tenha vindo primeiro e qual era sua natureza, esses sistemas dotados de uma única molécula replicadora que inicialmente possibilitou um mecanismo melhor de reprodução, iam ficando mais complexos em metabolismo, o que ocasionou uma “interferência” para o desenvolvimento harmonioso, completo e indefinido. Esse sistema articulava tanto a realização como a evolução de seus mecanismos através de um único tipo de replicador, sobrecarregando-o no momento que este devia simultaneamente carregar duas propriedades bastante diferentes: 1) ser o modelo de atividade, o que pede quimicamente morfologia estável e uniforme; 2) produzir uma variedade de moléculas catalíticas específicas e eficientes, necessitando de uma grande gama de estruturas tridimensionais produzidas a partir de um modelo altamente sensível a mudanças (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010).

Finalmente, para atingir um estágio de crescimento em complexidade indefinido, alguns sistemas desenvolveram uma organização baseada em dois polímeros diferentes: um responsável e especializado por “gravar”, armazenar e replicar de modo confiável o modelo a fim de assegurar o correto funcionamento da atual e da futura geração dos sistemas (MORENO; RUIZ-MIRAZO, 2002); e o outro, especializado em realizar com eficiência tarefas estritamente metabólicas requeridas para realização contínua como sistema autônomo individual. O primeiro idealmente deveria ser desassociado do metabolismo, em uma situação quase inerte, porém responsável por instruir a síntese do último de tal modo a tornar-se um registro responsável pela especificação correta dos catalisadores. Estes, por sua vez, controlam

e regulam cataliticamente todos os processos em que os registros estão envolvidos (replicação, tradução, reparação, etc.) sem tomar parte diretamente de sua geração e/ou alteração da molécula de “registro” (2010). O esquema geral dessa passagem de matéria morta para matéria viva está resumido na Fig.2.

“A maneira mais natural de se entender essa nova ordenação do sistema, essa nova (parcialmente dissociada, mas fortemente complementar, ou seja, indiretamente complementar) estrutura organizacional é através da idéia de “informação” (FERNÁNDEZ, J.; MORENO, A.; ETXEBERRIA, A., 1991). Outros autores tem defendido uma posição semelhante, afirmando que o que distingue vida é precisamente o fato que há uma relação do tipo código entre os modelos e os componentes funcionais.(PATTEE 1977, 1982; HOFFMEYER; EMMECHE, 1991; UMEREZ 1995)” (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010, p. 318, tradução nossa).

Quando o sistema hereditário autônomo inicia a produção de componentes e mecanismos com caráter de informação, a distinção entre genótipo e fenótipo torna-se clara e relevante, nesse contexto sendo crucial para a evolução em “aberto”. Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010) apontam que provavelmente a maior implicação dessa teoria é que a vida não pode existir e nem ser considerada se não vista em um contexto de rede global de sistemas similares (FLEISHAKER, 1994). Os componentes “informacionais”, a fim de serem funcionais, provavelmente necessitaram ser moldados através do tempo, envolvendo inúmeras gerações de sistemas individuais que em um processo coletivo ecológico e evolucionário, foi crucial para sustentar o fenômeno vivo como um todo (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010). “vida depende da existência de informação no sistema biológico. Sem informação não há mensagem, não há planejamento, não há reprodução, não há processo e mecanismo de controle e comando” (SANTAELLA, 1990).

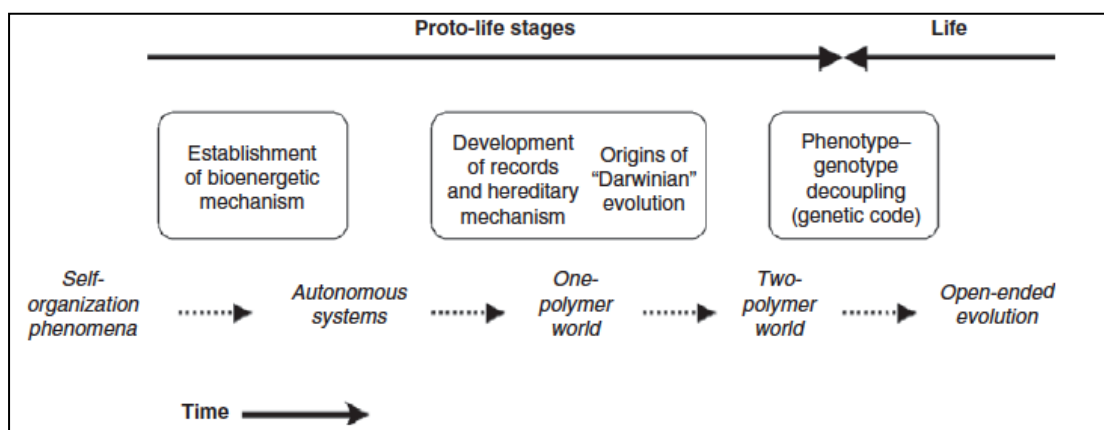


Fig.2: Representação cronológica da transição entre não-vivo para vivo proposto pela teoria da autonomia e evolução em “aberto”. De acordo com os autores, a origem da vida apenas começa quando o código genético está estabelecido dentro do sistema autônomo, permitindo a ação da seleção natural e seu potencial para a evolução em “aberto” (RUIZ-MIRAZO; PERETÓ; MORENO, 2010).

2.2 Análise crítica da proposta de sistema autônomo com evolução em “aberto”: argumentos para a necessidade de expansão de uma teoria que dê conta do caráter “informacional”.

A análise e síntese feita por Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010) dos dois paradigmas da biologia deram um passo importante no pensamento de como vemos a vida, pelo fato que as duas teorias prévias, se tomadas isoladas, não conseguem dar conta do fenômeno inteiro da vida, continuando a apresentar um caráter incompleto para a aceitação da comunidade científica e passível de casos de bordas. Assim ao se unir as duas teorias se aperfeiçoaram as estruturas dos pensamentos prévios, onde observamos uma “nova teoria” que consegue abarcar a organização e a hereditariedade ao longo das gerações de modo promissor e plausível. Entretanto, como nas teorias anteriores que temos sobre a descrição do fenômeno vivo, ela ainda é defasada implicitamente e explicitamente no caráter epistemológico e semântico de alguns conceitos que ela utiliza de modo “metafórico” (EMMECHE; EL-HANI, 1999), principalmente o conceito de “informação” que inclusive é colocado na teoria de Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno (2010) em um plano primário como caráter necessário e determinante para a origem de sistemas vivos. Assim esta teoria não dá conta de explicar exatamente a natureza de “informação”, das moléculas que “gravam”, do “*umwelt*”, entre outros conceitos que continuam sendo usados e aceitos principalmente na área de biologia molecular, como na comunidade científica em geral, mas que ainda carecem e exigem uma descrição científica detalhada de sua “essência”, da lei universal (físico-química) que rege e está submetendo seu funcionamento e de como se processa o relacionamento do “código” genético com seus produtos (BARBIERE, 2008).

Nesse ponto proponho a necessidade de mais uma adição e expansão a fim de aperfeiçoar a teoria, através da área de conhecimento interdisciplinar da biossemiótica, que será responsável por explicar e oficializar os conceitos

“metafóricos” usados até então. Antes de desenvolver propriamente a biossemiótica, iremos acompanhar na terceira seção um pouco da história e surgimento com o cientista e linguísta Thomas Sebeok.

SEÇÃO 3 – BIOSSEMIÓTICA

3.0 – Histórico

Uma análise superficial, mas que, entretanto retrata uma diferença geral entre um organismo vivo e um organismo morto é que no primeiro ele ainda carrega e processa “ideias”, produz seu “*umwelt*” enquanto permanecer seu ciclo vital. Entretanto um organismo morto, igualmente para matéria não-viva, não carrega mais “ideias”, não consegue mais se comunicar com seus semelhantes, nem consegue mais perceber o mundo a sua volta; seu “*umwelt*” chegou ao fim de funcionamento junto com sua organização sistêmica de reações físico-químicas (KULL, 2003). O raciocínio lógico acima evidencia que essa capacidade e habilidade de perceber e se relacionar através de significado com o mundo a volta é uma característica peculiar, fundamental e onipresente em todos os sistemas vivos (FAVAREAU, 2010, p. 2).

A Biossemiótica é o estudo das infinitas formas de comunicação e significação observável tanto intra como entre sistemas vivos. É o estudo da representação, sentido, percepção e significado biológico dos processos de signos – dos processos de sinalização intracelular, passando pela exibição do comportamento animal até artefatos semióticos humanos como a linguagem e o pensamento simbólico abstrato. (FAVAREAU, 2010, p. 5-10).

De acordo com a ciência atual, se descreve o mundo físico-químico da natureza como ela “é”: os átomos apenas interagem uns com os outros, eles não “significam” algum tipo de valor ou identidade para outros átomos. Entretanto como foi questionado previamente na seção 1, explicar porque certos elementos podem se relacionar e outros não (compatibilidades estruturais/elétricas), não consegue capturar o porquê que de tais relações nascem novas propriedades e no caso de sistemas biológicos, esses átomos, antes moléculas “cegas”, começam a “identificar” outros átomos, alimentos e perigos a sua volta (FAVAREAU, 2010, p. 2) . A biossemiótica foi criada para articular um embasamento teórico que identifique e descreva essa relação entre experiências mentais (subjetividade), organização biológica, leis e um aparente tipo de “cognição molecular” (ou entre átomos), como processos da matéria inanimada.

A origem da biossemiótica advém basicamente da síntese feita por Thomas A. Sebeok de dois estudos: a semiose de Charles Peirce (1839-914) e a teoria de *umwelt*

de Jakob Von Uexkull (1864-1944). Serão analisados primeiro esses dois estudos para depois se desenvolver a biossemiótica como teoria.

3.1 – A Lógica dos Signos

Para Peirce, a lógica formal e empregada pela espécie humana é nada mais do que uma evolução e uma característica derivada de uma “lógica de sinais” mais abrangente que cada organismo (ou sistema) capaz de aprender por experiência vem a conhecer o mundo (FAVAREAU, 2010, p. 118). A estrutura central em seu estudo é a tríade SIGNO – OBJETO – INTERPRETANTE, no qual existe uma relação genuína entre esses três membros, unidos de uma maneira impossível de formar qualquer tipo de relação diádica entre os mesmos. A comunicação e articulação entre os três elementos formam a semiose como fenômeno (Fig.3):

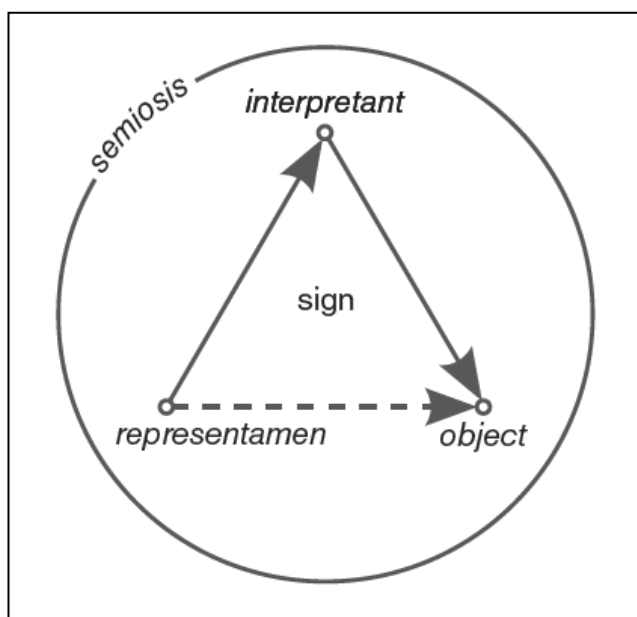


Fig. 3: Manifestação da semiose através da relação triádica entre interpretante – *representamen* – objeto.

Um signo, também chamado de *representamen*, é qualquer coisa que tenha significado (ou que represente algo) para alguém, em algum aspecto ou capacidade. Ele é uma espécie de “veículo” que irá se dirigir a alguém, criando na “mente” desse alguém um signo equivalente, ou também um signo mais desenvolvido e elaborado. Esse segundo signo criado, Peirce o nomeou de interpretante do primeiro signo. Por fim o signo representa em última instância algo, seu objeto, não em todos os aspectos,

mas como uma referência a um tipo de ideia, o “terreno” do *reprentamen*. Aqui se pode fazer uma espécie de analogia com o “mundo das ideias” de Platão, pois das relações entre o signo com as estruturas responsáveis por processá-lo em cada espécie, nasce uma percepção “distorcida” do objeto real (*o reprentamen*). Quando se fala distorcida é no sentido que, apesar do signo ser, na teoria, capaz de carregar toda a “verdade” sobre seu objeto, a estrutura biológica capta apenas algumas “frequências” ou “faixas” dessa verdade total. Essa ideia fica mais clara com a teoria de *umwelt* que será descrita posteriormente. Peirce aponta um exemplo cotidiano quando dois homens trocam ideias. Durante um conversa um homem “captura” a ideia do outro. Quando ele “recorda” o que pensava nesse tempo anterior, continua sendo a mesma ideia. Continuando a pensar qualquer coisa, digamos por um décimo de segundo, na medida em que o pensamento continua a concordar com ela própria durante aquele tempo, é como se tivesse um “conteúdo”, a mesma ideia. Não ocorre que cada instante de intervalo forma-se ou muda-se completamente para uma nova ideia (FAVAREAU, 2010, p. 122).

Para Peirce o signo é conectado de três maneiras distintas com a “verdade” - o modo do universo ser em sua totalidade de “ser”.

1 – O signo não é algo “real”. O “ser” dele é meramente ser “representado”. Por exemplo, um nome, “Bruno”, é o signo da pessoa real chamada “Bruno”, esse sendo o objeto real do signo. Todos esses objetos são parte do universo de “ser”, a “verdade”.

2 – Para denotar objetos, todo signo suficientemente completa características significativas, ou qualidades. Existe um conhecimento direto que obtemos de um signo que é determinado pela experiência subjetiva de cada indivíduo e também pela capacidade de processamento. Entretanto o signo é muito mais que isso, todo signo é a “verdade”. Conhecimentos inconscientes ou até mesmo os que não se sabe da existência fazem parte do signo e dessa verdade total.

3 – Todo signo é intencionado a determinar um signo para o mesmo objeto, que tenha o mesmo significado ou mesma acepção. Assim nasce uma inter-relação entre signos, de maneira que se possa usar um signo interpretante para auxiliar o entendimento de outro signo, de modo a construir um interpretante o mais próximo possível da “verdade perfeita”.

O significado original pode ser entendido como um quadro em sua totalidade, dotado de formas e cores. Se pudéssemos retirar todos os cones do olho de uma

pessoa e ainda danificar sua visão de modo a causar miopia ou algum outro problema, essa pessoa iria ver esse quadro em preto e branco e desfocado, talvez com imagens tortas, etc. Caso pessoa colocasse óculos ela veria o quadro ainda em preto e branco, mas ela conseguiria distinguir formas, de modo focado e organizado. Por fim se devolvêssemos os cones, ela veria o quadro em sua totalidade, organizado, focado e colorido. O que é importante retirar desse exemplo superficial é que continuamente estamos sendo “bombardeados” pela verdade total através dos signos (o quadro se mostrando para observador), entretanto apenas uma parcela de cada signo é possível captar (ou só a cor do quadro, ou só a forma, etc.), pois para ser capaz de captar a verdade total, em teoria, um organismo teria que possuir uma estrutura que permitisse captar todas as “frequências” do universo, o significado original, a “verdade”.

3.2 – A teoria do significado

Os trabalhos de Uexkull foram fundamentais no estudo do comportamento animal. Ele tentava construir uma biologia que não sofresse de “*meaning blindness*”, ou seja, que significado é um elemento importante e deveria ser estudado, não evitado ou desacreditado. Desse modo os primeiros passos em unir de modo coerente aspectos da semiose com da biologia tiveram sua pré-formação nos trabalhos de Uexkull, apesar de não ter sido ele o criador do termo biossemiótica (SHAROV, 1998). Entre muitas contribuições de seu estudo, uma das mais notáveis, se não a mais, foi o desenvolvimento da noção de “*umwelt*”: um conjunto de relações, biológicas e causais, agente-objeto no qual não se consegue reduzi-las a uma organização de sujeito nem a uma organização de ambiente; sempre um produto da interação entre os dois (FAVAREAU, 2010, p. 83). O estudo científico da percepção e comportamento animal, para Uexkull, poderia levar a uma expansão da biologia além do limite de descobertas feitas pela química e pela física.

Alguns biossemiotas atuais, como Jesper Hoffmeyer e Claus Emmeche apontaram como esse trabalho foi crucial em mostrar um caminho para se estudar a percepção subjetiva de organismos (EMMECHE, 2011, p. 94; HOFFMEYER; KULL, 2011), longe de ser algo simbólico ou um fenômeno fantasioso, é justo ao contrário, um conjunto genuíno de relações agente-objetos, como também um princípio organizacional do curso de co-desenvolvimento, co-evolução e co-manutenção dos

sistemas vivos: um “motor” gerador de estabilidades e mudanças evolutivas (FAVAREAU, 2010, p. 88).

O *umwelt* de cada ser vivo é basicamente “divido” em duas partes: o que ele percebe, “o mundo percebido”; e tudo que ele faz ou age, “o mundo efetor”. Da união desses dois mundos forma-se uma unidade, o “*umwelt*”. Para Uexkull, o comportamento animal não é um mero movimento ou tropismo, como em teorias mecanicistas onde o comportamento animal é limitado e necessariamente precisa respeitar a lei de conservação de energia. Ele não é mecanicamente regulado, mas significativamente organizado, consistindo numa relação de percepção e operação. A teoria de *umwelt* declara também que a “mente” e o mundo são inseparáveis, porque é a “mente” que interpreta o mundo para o organismo.

Uma maneira para se entender o conceito de *umwelt* é pensar em um quebra-cabeça: uma peça dele representa uma determinada espécie, que tem sua forma moldada pelas peças que interagem a sua volta, as quais poderiam ser elementos do ambiente assim como outras espécies. Entretanto ao mesmo tempo essa mesma peça da espécie citada primeiramente, determina a forma das peças a sua volta; ou seja, as formas de cada peça (espécies ou elementos da natureza) são determinadas pelas relações entre cada peça, entre cada “*umwelt*”.

Um exemplo curioso de como os “*umwelt*” se relacionam e possuem um significado, é apontando por Uexkull: existem algumas borboletas que tem suas asas decoradas por manchas que parecem grandes “olhos”. Ao abrir suas asas, diversas aves de pequeno porte, que seriam seus predadores, se afugentam ao ver esses “olhos”, pois no “*umwelt*” dessas aves existe uma relação de fuga ao ver “olhos” que podem ser de outros predadores os quais aparecem de repente. Por sua vez a borboleta não “sabe” que seus predadores fogem de “olhos que aparentam ser de um predador”. Apenas sua “peça” com forma de olho interage dessa maneira com a “peça” ave predadora (UEXKULL, 1940, p. 102).

A interação de dois ou mais “*umwelt*” forma a semiosfera, uma rede interconectada de “*umwelt*”, o qual cria um “ambiente semiótico” indivíduo-específico, determinado pela capacidade/tipo dos “*umwelt*” envolvidos (KULL, 1998). Para ilustrar tal ideia consideremos um carrapato: ele é um artrópode cego, surdo e devido a sua morfologia espécie-específica e estruturas de percepção, cada mamífero se apresenta no *umwelt* “do carrapato carregando o mesmo “significado”. Não existe uma diferenciação, por parte do carrapato, da diversidade de mamíferos que existem,

o que poderia ser feito facilmente por propriedades visuais e/ou auditivas. No seu “ambiente semiótico”, o mundo percebido é resumido em “marcar” mamíferos pelo cheiro do suor, comum a todos os mamíferos. Esse “carregador de significado” (o mamífero), além do mais, é “palpável”, “quente”, “permite” ser furado e ter sangue extraído. Desse modo, é possível reduzir todos os mamíferos – não importa quão diferente eles são em cor, forma, som e cheiro em nosso *umwelt* (humano) – a um denominador comum. As propriedades que os mamíferos apresentam e que o carrapato é capaz de perceber, são o estopim para ativar seu “mundo de ação” e, apesar de ao nosso ver ser um percepção extremamente limitada, satisfaz todos os aspectos significativos para o carrapato viver em sua semiosfera (UEXKULL, 1940, p. 100-101). Seguindo o mesmo raciocínio dos limites de percepção, podemos pensar na visão de algumas aves de rapina, por exemplo a águia: se compararmos com a visão humana, possivelmente a águia tem uma estrutura de visão muito mais desenvolvida e apurada que a nossa, em virtude de seu modo de vida, entre outros. Um exemplo contrário, alguns animais como cães não conseguem distinguir todas as cores que os humanos conseguem ver, refletindo a diversidade de capacidade de discernir cores no mundo animal, alguns monocromáticos, dicromáticos, tricromáticos, etc. (KELBER, A., VOROBYEV, M., OSORIO, D.; 2003, p. 83); por outro lado cobras possuem visão infravermelha a qual humanos não têm. Todos esses exemplos fortalecem a ideia dos “*umwelt*” espécies-específicos: cada organismo vê uma “parcela” ou uma frequência de um determinado signo (nesse exemplo o signo cor), de tal modo que essa parcela é dependente da capacidade da estrutura do organismo.

3.3 – Biossemiótica

Thomas A. Sebeok foi um estudioso linguista e semiota húngaro que foi fundamental para iniciar um processo de reestruturação da ciência para voltar a estudar a “mente”, não como algo oposto à matéria, mas sim em íntima interação. Os esforços de Sebeok partiram e se desenvolveram basicamente de uma questão: “se era possível uma verdadeira ciência comparativa dos signos” (KULL, 2003).

O primeiro termo que ele criou foi a “zoosemiótica” (em 1963), através de inúmeros estudos na problemática da comunicação animal. Analisando os tipos de

signos básicos em sua aplicabilidade e uso por não-humanos, ele desenvolveu um segundo termo, “endosemiose”, a esfera de signos dentro do corpo de cada ser vivo.

Outro avanço bastante importante foi a análise e crítica dos sistemas de modelos semióticos. De acordo com Juri Lotman’s, a linguagem é a primeira instância dos sistemas de modelos semióticos, enquanto que a cultura compreende a segunda (CHANG, 2003). No entanto Sebeok argumenta que existe o sistema da zoosemiótica, que deveria ser colocado como primeiro sistema semiótico a se manifestar na natureza, enquanto linguagem e cultura viriam em segundo e terceiro lugar. Essa visão de Sebeok foi mais tarde suportada por outros diversos autores (KULL, 2003).

Sebeok via o esquema padrão dos cinco grandes reinos - protistas, bactérias, plantas, animais e fungos - como grupos que evoluíram e se desenvolveram distintos, mas com entrelaçados modos de semiose (SEBEOK, 1997, P.440). A questão principal não é saber “se animais possuem capacidade de linguagem da mesma forma que a gente, e se não, por que não?”, mas sim “Nós como animais, como temos capacidade de linguagem?”. Pois o que torna a linguagem humana única não é meramente a habilidade projetar sons ou gestos e sim a rara habilidade de ser capaz de flexibilidade, sistematização e eficácia ao manipular representações não presentes (FAVAREAU, 2010, p. 39). Para os biossemiotas, essa habilidade de apreender e entender a existência extra-mental do mundo, que não se reduz em nossa própria experiência sensorial, é uma das características que distinguem nossa forma de cognição humana espécie-específica.

As principais ideias postuladas por Sebeok durante toda sua vida sobre a semiose da vida foram sintetizadas por Kull (2003) em um dos seus trabalhos:

- 1- Vida é Semiose: Semiose ou a produção triádica cooperativa é tanto um critério atribuído a todos os tipos de vida como é a capacidade de metabolismo.
- 2- *Umwelt* é um modelo, uma imagem: O termo *umwelt* é melhor traduzido em inglês pela palavra “modelo”. Todas e apenas as entidades vivas incorporam um “modelo” espécie-específico do seu universo.
- 3- Existe uma rede global de comunicação na biosfera, formada no menor nível por bactéria: O mais antigo e menor “modelo biosférico” com potencial de semiose conhecido é uma única célula bacteriana. A maior e mais complexa entidade viva pode ser Gaia. Ambas essas unidades extremas exibem propriedades gerais de

entidades autopoieticas, mas é a bactéria, na opinião de Sebeok, que deve ganhar o mérito de uma consideração especial por parte de todos que trabalham profissionalmente com semiótica.

4- Protistas, plantas, fungos e animais representam diferentes estratégias básicas de comunicação; e, conseqüentemente, correspondentes ramos da biossemiótica são relevantes. Tal como existem diferentes tipos de estratégia para atividades metabólicas, existem também vários tipos de dispositivos de comunicação.

5- Endosemiose ocorre no organismo – com múltiplos (genético, imune, metabólico, neural) códigos.

6- Simbiose é um sinal de semiose: A noção biológica de simbiose é equivalente à noção filosófica de semiose. Na medida em que os processos de transmissão de sinais dentro e fora do organismo estão em “jogo”, parece ser razoável supor que a simbiose é um sinal de semiose e endosimbiose é um sinal de endosemiose.

7- Linguagem aparece com sintaxe. Não há estruturas com sintaxes em sistemas de signo animal: O que se sabe de processos zoosemióticos fornece nenhuma evidência de estruturas com sintaxe, nem mesmo em primatas.

3.4 – Desenvolvendo o conceito de Biossemiótica

A Biossemiótica é uma proto-ciência, pois ainda passa por uma fase de articulação. Não existe até agora um único método científico - pesquisa, abordagem teórica e metodologia unificada - que dê consenso nesse campo. Inclusive ainda existem ideias e abordagens contraditórias ou que entram em choque, advindas de diferentes trabalhos biossemióticos (KULL, 2003). Alguns exemplos são: se biossemiótica é um fenômeno com base em signo ou com base em códigos (BARBIERI, 2008); se a vida é um fenômeno essencialmente semiótico ou se a semiose é uma das características determinadoras do fenômeno vivo (KULL, K.; EMMECHE, C.; FAVAREAU, D., 2011, p. 68-70).

Entretanto existem muitos argumentos baseados em raciocínio lógico e “pistas” que observamos na natureza as quais levam, no mínimo, a indagarmos sobre tal concepção. Consciência humana, subjetividade humana, comportamento e comunicação animal são “fatos” inegáveis que existem na natureza, mas as questões principais ligadas a eles é se são fenômenos semióticos, ou são totalmente mecânicos, causais. De certa forma a “consciência individual” humana é prova de um fenômeno

que aparenta ser no mínimo muitas mais que um fenômeno causal ou mecânico. Por exemplo, a maior parte de nossas energias é conduzida em objetivos que nada têm a ver com sobrevivência ou reprodução. Nós não sentimos e nem agimos guiados por impulsos evolutivos. Parece que nos libertamos da necessidade de gastar todo nosso tempo em comportamentos que remetem a uma sobrevivência básica. Nós exploramos o mundo a nossa volta, construímos inúmeros objetos para passatempo e prazer e, inclusive quando realizamos relações sexuais, usamos de contraceptivos que desafiam a lógica causal de todo resto do mundo animal em reproduzir como a fonte de manutenção da espécie durante o passar do tempo (DAWKINS, 2011). Mas se o único “propósito” da existência da vida, ou até mesmo do próprio universo, é ser naturalmente causal, puramente físico-químico, sem “significado”, assemelhando-se ao funcionamento de engrenagens de uma máquina, de que maneira e por que algo como a consciência, que “desafia” essa aparente natureza do universo, poderia ter se desenvolvido de uma maneira totalmente contraditória à lógica universal? Teria um mecanismo, a princípio causal - a seleção natural - junto com a potencialidade do gene, desenvolvido uma característica não causal, mas que processa e dá significado as coisas? O mais provável, cientificamente, é que na verdade essa característica de dar significado seja mais antiga, que foi sofrendo modificações e evoluindo através de várias espécies até ser tão derivada que, no *Homo Sapiens*, chamamos de consciência. Através desse argumento, se pressupõe-se a Zoosemiótica, mas há uma necessidade imediata de justificar e demonstrar a existência da semiose na vida, não através do simples fato da existência da consciência, do comportamento animal, etc., mas através de uma metodologia científica que oficialize a esfera informacional da vida explicando todos esses fatos que observamos.

Para a Biossemiótica, no estudo da organização e atividade biológica de qualquer tipo, é precisamente o estabelecimento natural das relações dos signos que fazem a ponte entre a experiência sujeito-dependente – consciência, *umwelt* – com a inescapável realidade sujeito-independente, onde todos os organismos precisam achar um jeito de entender e atuar com sucesso a fim de se manterem em existência.

Ser “dotado de mente” é uma condição que pode ser encontrada através do mundo animal, uma vez que se compreende que a propriedade biológica do sistema “mente” não é tanto sinônimo de “mente humana” quanto o termo “corpo” é sinônimo de “corpo humano”; e aquelas criaturas que carecem de linguagem e habilidade de pensamentos abstratos não são menos dotados de mente no sentido biológico e

funcional como aqueles que carecem de polegares opositores (ou sem asa, sem gúelras) não são “menos dotados de corpo”. Aqui, como em qualquer lugar do mundo natural, enormes diferenças na capacidade, qualidade e estruturas que evoluíram para “receber” os desafios do mundo real para vida, variam extraordinariamente através das espécies (FAVAREAU, 2010, p. 27).

Iniciaremos agora um processo de argumentação e demonstração de indícios de como a semiose ocorre no fenômeno vivo, partindo de sua unidade, a célula e seu código genético.

3.5 O código genético e sua evolução semiótica

O código genético, analisado e discutido nesse trabalho como uma das estruturas principais de conflito sobre sua natureza semiótica ou não, leva a um impasse com a biologia molecular moderna que ainda defende as características “informativas” e o próprio “código” meramente como metáforas. Entretanto pode haver a questão: “Tudo bem, se o código não é semiótico e essa característica particular de codificação e informação biológica é metafórica, ela seria uma metáfora do que? Processos que nos não entendemos? Que tipo de processos?” (FAVAREAU, 2010, p. 31).

Para a Biossemiótica, esse processo não é “misterioso”, é um processo genuinamente semiótico. Isso implica que a vida é baseada em dois processos fundamentais – copiar e codificar – e, por sua vez, isso implica que a evolução tomou seu lugar por dois mecanismos distintos, por seleção natural (baseado em copiar) e por convenções naturais (baseado em codificar) (BARBIERI, 2008). O curioso é que foi a própria biologia molecular - que não aceita a existência de um código genético implicando que cada célula é um sistema semiótico - quem descobriu a molécula a qual mais dá indícios dessas características. Barbieri (2008) aponta três principais motivos para essa rejeição, que são os pilares da biologia moderna – modelo genótipo-fenótipo, fisicalismo e seleção natural:

1- O modelo predominante que descreve a célula é uma dualidade genótipo-fenótipo (ex.: análogo a um computador biológico, em que os genes providenciam o software e as proteínas o hardware). Entretanto, em uma análise biossemiótica, um computador não é um sistema semiótico, pois este não é ou não tem um “*codemaker*”; seu código é advindo de fora do sistema (feitos por humanos). Além do mais a vida

apresenta interações dinâmicas e redes de controle que, em interação com a seleção natural e mecanismos de evolução, nenhum modelo computacional pode competir em potencialidade (PATEE, 1997). De qualquer forma a analogia do computador ainda é usada para defender que a célula até pode ter um código, mas ela não seria sistema semiótico por não ter seu próprio “criador de códigos”. No entanto, ainda nesse trabalho será mostrado que essa ideia pode ser contestada.

2- O conceito básico de fisicalismo, em que tudo - inclusive a vida, signos e códigos - é ultimamente reduzido em quantidades físicas. Isso implica que o código genético não é um código “real”, mas sim uma expressão linguística e suas características são, em últimas instâncias, quantidades físicas. Essa segunda questão também será analisada abaixo, sofrendo de algumas considerações diferentes.

3- A biologia moderna determina que cada novidade biológica é trazida em existência por seleção natural. Os “códigos”, tanto orgânicos como mentais, são fenômenos marcantes; mas, como eles não são mecanismos de evolução, não contribuem para nada fundamentalmente novo. Essa conclusão é reforçada pelo fato que o código genético apareceu na origem da vida, porém o código da cultura apareceu apenas quatro bilhões de anos depois. Assim esse código pode no máximo ser considerado um fenômeno excepcional, não um processo biológico ordinário. Essa terceira pressuposição igualmente pode sofrer críticas em estudos de comportamento animal que apontam certa “cognição” em alguns animais (RENSCH, 1971, p. 221-224) e na própria visão biossemiótica da vida, a qual aponta uma evolução de códigos durante toda a filogenia, em todos os níveis de organização.

Pattee em 1965, havia feito uma previsão: que a biologia chegaria a um ponto que a origem do problema da vida iria se afastar da evolução dos blocos de construção e das operações elementares de agrupá-las, para o problema mais difícil, da evolução do controle em organizações complexas. Este problema é mais difícil porque a ideia de "controle" não é definida no mesmo sentido que podemos delinear controles bioquímicos. Uma célula viva e uma coleção “morta” dos compostos bioquímicos idênticos na mesma organização estrutural diferem essencialmente na quantidade de controle intermolecular que existe em cada unidade. Para a Biossemiótica, esse controle pode se remeter a um código ou convenção de controle biológico baseado no processamento de informação biológica. Entretanto de que modo é feita esse controle? Barbieri aponta que:

“A distinção real entre genótipo e fenótipo é baseada, portanto, na distinção entre o mundo unidimensional da informação e o mundo tridimensional da estrutura física. O ponto crítico é que não existe uma comunicação direta entre essas duas dimensões da realidade. Um gene não pode construir uma proteína do mesmo modo que uma proteína não pode instruir um gene. O dogma central determina que a informação flui do gene para proteína, mas apenas porque foi “admitido” que uma terceira parte existe, a qual pode realmente implementar essa transição. O que usualmente não é enfatizando é que tal intermediário não pode ser tanto um grupo de genes como um grupo de proteínas” (FAVAREAU, 2010, p. 59, tradução nossa).

Em outras palavras, a dicotomia genótipo-fenótipo não só divide duas funções biológicas diferentes, hereditariedade e metabolismo, como também duas entidades naturais diferentes, informação e energia. Isso implica que uma ponte pode ser estabelecida entre esses dois “mundos” diferentes apenas por regras de convenção e de codificação (ex.: análogo à ideia de um alfabeto, que dá um nome X para um determinado objeto, enquanto que um outro alfabeto diferente dá o nome Y para esse mesmo objeto). Os dois alfabetos apenas iram se entender e saber que estão falando do mesmo objeto quando se fala X ou Y, se construirmos um convenção entre os dois, $x = y = \text{objeto em questão}$). É isso que qualifica um sistema semiótico, o que o torna diferente de qualquer coisa: um sistema semiótico é feito de dois mundos independentes que são conectados por uma regra convencional de um código (BARBIERI, 2003, p. 94-95). Essa regra que possibilita uma correspondência entre signos e significados, e podemos dizer que o ato de semiose é sempre um ato de codificar, sempre uma convenção. Importante ressaltar que, para um sistema ser genuinamente considerado um sistema semiótico, ele deve ser formado por uma tríade – signos, significados e códigos – em que todos são produzidos pelo mesmo agente, pelo mesmo “*codemaker*”, “fabricante de códigos”.

Os estudos relacionados à síntese de proteínas revelaram que não existe um processo direto de formação gene-proteína, ou seja, não são formados espontaneamente na célula, mas sim produzidos por um sistema molecular de “máquinas” baseadas em RNA (MANGE, D.; SIPPER, D., 1998). Tal sistema foi denominado ribótipo (BARBIERI, 1981).

Porém a analogia entre organismos e linguagens, permanece em um plano superficial, pois a célula nunca foi considerada uma verdadeira trindade de categorias fundamentais, ou seja, o papel do ribótipo, em biologia, nunca assumiu uma importância comparável ao papel do cérebro, em linguística. E, no entanto, o ribótipo

funciona verdadeiramente como o cérebro da célula e executa para ela o que o cérebro executa para a linguagem: cria significados. Todos os componentes do código genético pertencem ao ribótipo, e é o código que cria significado biológico.

Consideremos um RNA mensageiro específico: trata-se de uma sequência única e objetiva de nucleotídeos, mas não é de nenhuma maneira uma sequência de códons única, pois diferentes “fabricantes de código” poderiam escanear tal molécula de diferentes maneiras. Por exemplo, se o nucleotídeo fosse escaneado de dois a dois, a sequência de códons, e possivelmente o produto dessa codificação, seria totalmente diferente do três a três que realmente ocorre na vida em nosso planeta. A conclusão principal disso é que uma mesma cadeia de nucleotídeos pode originar inúmeras sequências de códons, pois essas sempre irão depender das determinações de um fabricante de códigos, pois ele define o códon. Essa mesma ideia se reflete em cadeias de aminoácidos que são produzidas pelo aparato de tradução, porque igual ao RNA mensageiro, são também entidades fabricantes de códigos-dependentes, já que apenas um fabricante de códigos pode produzi-las de modo específico. Qualquer reunião espontânea de aminoácidos na natureza não criaria uma cadeia linear e, acima de tudo, não arranjaria os aminoácidos de modo específico (BARBIERI, 2008). E isso só reforça o que torna o fenômeno vivo tão peculiar: a organização e especificidade de seus elementos dentro do sistema.

Não se deve atribuir como propriedade objetiva as sequências encontradas em genes e proteínas, pois essas são totalmente dependentes de um fabricante de códigos, e elas serão diferentes se o fabricante for diferente.

“Signos e significados são entidades mentais quando o fabricante de código é a mente, mas são entidades orgânicas quando o fabricante de código é um sistema orgânico” (BARBIERI, 2008, p. 582, tradução nossa).

Qual seria a natureza da informação, do signo e do código biológico? Seriam realmente entidades metafóricas à luz do fisicalismo? Sequências isoladas, ou fabricantes de código sozinhos, não possuem a informação como algum tipo de propriedade intrínseca. Tal fato aponta para um pressuposto importante: a informação biológica não é apenas uma sequência molecular específica qualquer, mas sim uma produzida por processo de cópia e codificação. Assim a informação orgânica não é uma “coisa” ou propriedade de alguma estrutura, mas a resultante de um processo relacional (BARBIERI, 2008).

Com base nas categorias aristotélicas em relação à natureza do universo, as entidades naturais são divididas em, pelo menos, quatro categorias principais: “substâncias”, “grandezas”, “relativas” e “qualidades”. Todavia elas vêm sofrendo uma série de mudanças propostas pelos filósofos os quais defendem que algumas categorias devem ser eliminadas (STUDTMANN, 2007). Barbieri (2004) utiliza duas das categorias para descrever as entidades naturais: grandezas e qualidades. As grandezas podem ser mensuradas e são objetivas - podem ser comparadas em termos de "mais", "menos" ou "igual", ou atribuindo um valor numérico em termos de unidade de medida, sendo exemplos dessa categoria tempo, massa, distância, etc. - enquanto que as qualidades não podem ser mensuradas e são subjetivas – são atributos e propriedades dos objetos, porém “dadas” ou percebidas por um observador, como a sombra, a forma (ex.: a bola é redonda), consistência, etc. Entretanto, como Barbieri aponta, a informação biológica não se encaixa muito bem nesse modelo duplo; pois ela, como uma “sequência específica”, não pode ser mensurada, ou seja, não pode ser uma entidade natural quantitativa, uma grandeza. E, por sua vez, ela não pode ser uma entidade natural qualitativa, pois a especificidade linear é encontrada em moléculas orgânicas, independente de qualquer observador, tornado-se uma característica objetiva, não subjetiva. Desse modo Barbieri propõe uma ampliação de um terceiro tipo de entidade natural: objetivas, mas não mensuráveis (BARBIERI,2008). Pelo fato de que a informação biológica pode apenas ser descrita nomeando uma determinada sequência, ele apelidou essa nova classe de “entidades nomeáveis” da natureza. Expandindo a ideia de que, apesar da informação biológica não poder ser derivada nem reduzida a algum tipo de base física, ela é objetiva e reproduzível e, por esse motivo, deve ganhar o mesmo *status* científico que uma grandeza física contida na classe das entidades objetivas.

Por essa ótica, o código genético aponta para a concepção de que existem dois principais mecanismo para possibilitar a evolução em “aberto”, a relação organismo(s)-seleção natural: transcrição (cópia) e tradução (codificar). No organismo, esses processos possibilitam que a produção específica de proteínas possa ser herdada pelos futuros sistemas vivos. Tal fato vai de encontro com propriedades consideradas fundamentais à vida, especificidade e hereditariedade (LILLIE, Ralph S.; 1918, p. 65). A partir desses códigos primários, outros códigos foram sendo formados nos organismos de modo que os sistemas foram criando seus próprios códigos, delimitando o espaço interno do espaço exterior; o *self/non-self*, a base e

origem dos futuros sistemas imunes em organismos (NEUMAN, Yair, 2008). Isso pode apontar e contrariar a ideia prévia da biologia molecular moderna de que o código genético é algo excepcional. Barbieri (2008) aponta que, apesar do código ser uma esfera não submetida à seleção natural – previamente esse fato foi mostrado como um suporte às ideias da biologia molecular em não aceitar uma característica não relacionada à evolução – ele é fundamental para dar apoio à relação organismo-ambiente. Como foi apontado anteriormente, semiose não é uma característica intrínseca de alguma estrutura física, mas sim um fenômeno que se desenvolve na relação de alguns elementos específicos. Além do mais de modo algum a semiose é um fenômeno alienígena à seleção natural: os “blocos” de construção do organismo advêm do ambiente, e a seleção natural “decide” quais características e estruturas originadas da cópia e tradução serão viáveis ou não em cada situação específica.

O dogma central da biologia molecular (fig. 4) – a dualidade fenótipo-genótipo - é comparada com a estrutura triádica (fig. 5) - genótipo-ribótipo-fenótipo – que suporta a visão e os preceitos genuínos da semiose celular.

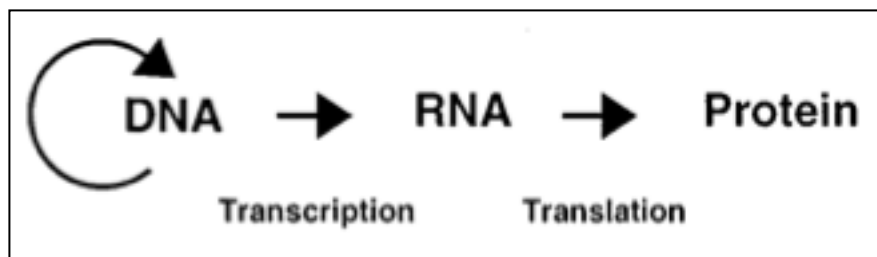


Fig. 4: Dogma Central da Biologia molecular. O papel do sistema ribótipo é ocultado e significativamente subestimado (MANGE, Daniel; SIPPER, Moshe, 1998).

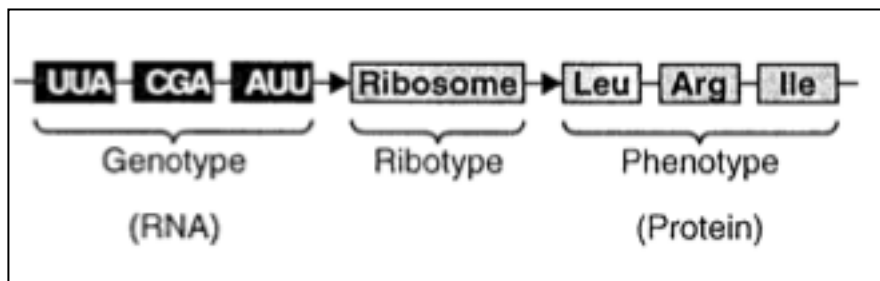


Fig. 5: A trindade genótipo – ribótipo – fenótipo (MANGE, Daniel; SIPPER, Moshe, 1998). Importância do ribótipo como mediador entre a informação (genótipo) e o produto produzido, a matéria (fenótipo).

Finalmente, pela ótica da Biossemiótica, os três pilares e argumentos da biologia molecular moderna contra o caráter genuíno de código genético como uma característica semiótica e fundamental a vida são rescritos da seguinte forma:

1 – A célula não é uma dualidade genótipo-fenótipo, mas sim uma trindade genótipo-ribótipo-fenótipo. O papel do ribótipo é fundamental, tornando possível a ponte entre a informação e a estrutura.

2 – Os signos e códigos podem ser considerados fatos, classificados em entidades naturais com mesmo *status* científico em que a física aceita algumas outras entidades naturais como o tempo, a temperatura, etc. Mesmo que os códigos não possam ser reduzidos de acordo com o fisicalismo, eles se enquadram em uma classificação de entidades objetivas e reproduzíveis, porém não mensuráveis, mas que de fato existem no universo. Isso cria a necessidade de ampliar além das entidades de grandeza e qualidade; construir um terceiro tipo de entidade natural, as nomeativas.

3 – As convenções naturais são mecanismos que interagem com as estruturas responsáveis pela modificação do sistema vivo e se articulam intimamente com a seleção natural, pois são as convenções, advindas de processos de cópia e tradução, que possibilitam a formação de novas características e suas especificidades através do tempo e das espécies. É a partir dessas características que os organismos irão interagir e ser submetidos à seleção natural, o qual é o fenômeno que irá desafiar a viabilidade ou não dessa gênese de características.

SEÇÃO 4 – CONCLUSÃO

Apesar da ciência sempre tentar delimitar ao máximo seus objetos de estudo e de certa forma descobrir/desenvolver/descrever os fenômenos do universo através de leis – regras que descrevem um fenômeno com regularidade –, existe um aparente preconceito com casos de bordas ou fenômenos que confrontam essas leis de alguma maneira. A ciência, em sua essência, baseia-se na descrição de probabilidades e basicamente as regras que conseguem traçar e prever um fenômeno com bastante acerto de probabilidade, tornam-se fatos e leis. Entretanto, quando se descobre exceções ou exemplos que a princípio não conseguem ser descritos pela lei vigente, não são raros os casos que, ao invés de serem classificados como uma possível exceção – talvez em decorrência de uma definição/conceito falho ou incompleto –, são descartados como “erros”. Nossos conceitos devem buscar uma dinâmica entre serem abrangentes e específicos o necessário para isso, o que parece ser contraditório e frequentemente difícil a primeira vista. Preferir conceitos a definições em fenômenos complexos e/ou da classe de entidades naturais do universo poderia ser uma maneira.

Definições nem sempre são possíveis ou ideais quando os alvos são entidades naturais, questões metafísicas, entre outros. Além do mais a própria estrutura da definição é delimitar algo; e, no caso do fenômeno vida, sua própria natureza é não ser limitada, ser capaz de “evolução em aberto”. É recomendado buscar conceitos, que estão mais vinculados a ideias e confabulações acerca da problemática. Desse modo, uma teoria sobre vida com estrutura conceitual é capaz de indicar caminhos e possibilidades a serem aprofundadas de modo dinâmico na tentativa de torná-la uma teoria progressiva e capaz de prever ou se adaptar mais facilmente a alguma descoberta posterior, prevendo fatos novos que não foram percebidos no momento da elaboração do núcleo/início dessa teoria. Com definições, o que geralmente ocorre é o contrário: uma vez que se mude ou se descubra algo relacionado a definição, é necessário construir uma completamente nova. Uma maneira de construir essas teorias conceituais e dinâmicas pode ser através da unificação e do uso de várias outras teorias pelos seus pontos em comum ou pelos seus elementos que não invalidam nenhuma teoria utilizada.

A incapacidade de uma descrição que ao mesmo tempo consiga abranger todos os aspectos factuais do fenômeno vivo e seja satisfatória para a comunidade

científica – ou até mesmo para a comunidade humana em geral – até agora pode ter sido fruto das tentativas de descrever esse fenômeno complexo por teorias isoladas, que atingem apenas um ou poucos aspectos da totalidade da problemática. Kepa Uiz-Mirazo, Juli Peretó e Álvaro Moreno (2010), na sua proposta de vida como autonomia e evolução em aberto, direcionaram a estrutura de seu conceito para essa vertente de unificação de teorias, fazendo uma síntese entre o Neodarwinismo e a Autopoiese. O resultado final desse trabalho exhibe uma teoria muito mais “completa” através da diminuição de inconsistências advindas de alguns casos de borda, que aparecem em grande quantidade quando algumas teorias são tomadas separadamente; e da estrutura inter-teórica que descreve mais de um aspecto do fenômeno, o que geralmente é um ponto crítico de contestações a teorias que se preocupam ou se resumem em descrever apenas um aspecto ou uma característica do fenômeno. No entanto a teoria de autonomia e evolução em aberto carece de explicações sobre a natureza e as relações do DNA/RNA como moléculas que “carregam” e processam informação. Apesar dos autores apontarem essa capacidade de informação biológica como central na passagem de matéria morta para matéria viva, termos como “código genético” continuaram a ser usados como metáforas. É nesse aspecto que se necessita de uma teoria que o descreva, amplie e consiga se articular com o conhecimentos já adquiridos acerca do fenômeno.

A vida - apesar de ter suas peculiaridades que muitas vezes parecem até nos levar a pensar que desafiam leis da física e química, direcionando a raciocínios vitalistas - não deve ser encarada dessa maneira. A matéria viva utiliza em sua estrutura componentes que por sua vez reagem de acordo com as mesmas leis que regem o mundo físico-químico “morto”. Uma que vez que se utilize teorias e leis de sistemas relacionais e se admita a interconexão entre matéria e informação – esta última sendo classificada como uma entidade natural nomeativa –, o fenômeno vida pode se enquadrar na mecânica relacional, de modo algum sendo dependente de forças fictícias ou não factuais.

A Biossemiótica não propõe uma nova teoria ou uma nova estruturação total da biologia atual. Ela basicamente está na mesma situação em que a teoria das cordas se encontra na física: tentando construir um vínculo entre grandes teorias. Na física, a teoria das cordas busca unificar a relatividade geral com a física quântica; enquanto que, na biologia, a Biossemiótica visa construir a ligação entre as concepções dos sistemas autopoéticos e a habilidade de evoluir através da seleção natural; esse elo

seria feito através da semiose como característica relacional entre esfera informacional e a matéria/energia. Além do mais o estudo dos signos na natureza tem a função importante de oficializar termos usados hoje em dia com tendência metafórica como “código”, “informação biológica”, entre outros. Entretanto ambas – a teoria das cordas e a biossemiótica – ainda estão em fase de articulação e carecem de experimentação – (FAVAREAU, Donald, 2010, p.62-63).

Uma crítica à Biossemiótica é que ela não tem ainda um embasamento claro na física e na química, onde perguntas como “de que maneira e quando ocorreu a geração espontânea de signos em sistemas puramente físicos?” ainda não podem ser respondidas. Isso se deve provavelmente ao profundo estigma da licença cartesiana, da mecânica de Newton, entre outros, os quais desenvolveram uma física unicamente intelectual e desvinculada de estudos de cognição molecular. É possível que Biossemiótica necessite esperar futuros avanços da físico-química em áreas que estou apelidando de “cognição atômica”.

É importante intender que o fenômeno de semiose não é intrínseco a nada, ou seja, nenhuma estrutura “tem” semiose – análogo à ideia da física de que nenhum sistema ou estrutura tem calor. A semiose se manifesta sempre em um sistema relacional, ou seja, nasce da relação entre determinados elementos específicos; nesse trabalho foi pressuposto que ocorreu na relação entre um sistema autopoietico e uma molécula aperiódica (RNA/DNA). Apesar de existir muitas dificuldades em desenvolver metodologias que atinjam e expliquem características subjetivas em animais, no mínimo temos um bom indício que processos de significação existem em pelo menos uma espécie na natureza: nós, o *Homo sapiens*. Pensar, agir e escolher não são características de simples máquinas newtonianas e como Margulis e Sagan (2002, p.51) sublinham: seria muito pretensioso da nossa parte excluir os outros seres orgânicos desse grupo. A ideia de que a vida era inicialmente mecânica e através da consciência veio a se tornar algo não mecânico é um tanto estranha e anti-intuitivo: é muito mais lógico que esse campo de características de sensibilidade e percepção tenha uma longa história na natureza até chegar a algo tão derivado e complexo como a consciência.

Aceitar tal fato não é retirar certa importância ou crédito da consciência humana, sempre considerada uma das características peculiares e que nos possibilitou alcançar a “supremacia” no mundo natural. Ainda assim somos os únicos organismos até agora conhecidos com capacidade de pensamentos abstratos, previsões e criação e

uso de linguagem – não confundindo com comunicação, que pode ser observada em outras comunidades animais. Esse talvez seja um dos primeiros passos para direcionarmos e desenvolvermos uma ciência mais biocentrista, ao invés de antropocentrista.

Finalmente proponho a seguinte hipótese de trabalho:

Vida é qualquer sistema autônomo com capacidade de evolução em aberto e que apresente moléculas aperiódicas, inseridas no sistema de forma hábil em desenvolver relações de semiose entre seus componentes e com o ambiente.

Algumas considerações para esse conceito são as seguintes:

1 – Não basta apenas existir o sistema autônomo ou alguma molécula aperiódica para ser vida. Ambas as instâncias devem estar dialogando, como foi explicado na seção dois: o sistema autônomo reconhece e cria vínculos com essas moléculas, que por sua vez gravam e processam informações, formando um código de produção e desenvolvimento das estruturas no organismo.

2- Com relação à semiose, ela deve ser criada pelo próprio sistema, o que necessita de um “codemaker”. Assim a “vida artificial”, a princípio, não pode ser considerada vida, pois os códigos são feitos e criados por um “codemaker” de fora do sistema, os humanos.

3 – Alguns casos de borda, que pareciam colocar em dúvida principalmente a teoria da Autopoiese são claramente classificados como não vida: fogo e alguns processos físico-químicos que conseguem aguentar o decaimento termodinâmico por alguns momentos não possuem uma molécula aperiódica inserida em seu sistema, promovendo a percepção do ambiente.

4 – O famoso caso dos vírus através desse conceito é considerado vivo. Claramente um vírus possui seu sistema autônomo, mesmo não conseguindo se auto-replicar sozinho, encontrou um jeito de pelo menos não sucumbir ao decaimento termodinâmico (cristalização). Eles possuem genoma, ou seja, uma molécula aperiódica e ainda possuem certas especificidades de infecção, em outras palavras, um vírus não infecta qualquer coisa ou qualquer organismo. Essa infecção espécie-específica pode ser um indício de uma sensibilidade ou cognição primitiva. O fato de eles não conseguirem se reproduzir e nem se alimentarem sozinhos, necessitando obrigatoriamente de uma célula, apenas aponta para um caso extremo de parasitismo.

Além do mais os vírus possuem linhagens, respondem à seleção natural e também evoluem ao decorrer das gerações.

A hipótese proposta não tem o intuito de definir ou delimitar a problemática contínua de entender o fenômeno vivo. Antes de mais nada ela tem o objetivo de ampliar o atual estudo das ciências biológicas, buscando não se limitar e fugir de problemáticas que beiram a metafísica. É também importante para oficializar os termos de código, informação biológica entre outros, não havendo a necessidade de usá-los como metáforas, mas sim como características genuínas da semiose que existem nos organismos vivos.

REFERÊNCIAS

ABERCROMBIE et al. **The new penguin dictionary of biology**. 8a Edição; Penguin Books, Londres, Inglaterra, 1990.

ARANHA, Maria L. de Arruda; MARTINS, Maria Helena P. **Filosofando: introdução a filosofia**. São Paulo: Moderna, 1993.

AUDI, Robert (Ed.). **The Cambridge Dictionary of Philosophy**. 2. ed. Cambridge University Press, 1999.

BARBIERI, M. **The ribotype theory on the origin of life**. Journal of Theoretical Biology, n. 91. Elsevier, 1981, p. 545-601.

BARBIERI, M. **The organic codes: an introduction to semantic biology**. Cambridge: Cambridge university press, 2003.

BARBIERI, M. **The definitions of information and meaning two possible boundaries between physics and biology**. Rivista di Biologia-Biology, vol.97. 2004, p. 91–110.

BARBIERI, Marcello. **Biosemiotics: a new understanding of life**. Naturwissenschaften, vol. 95., 2008, p.577-599.

BEDAU et al. **Open Problems in Artificial Life**. Artificial Life 6, MA, 2000, p. 363-376.

BEDAU, et al. **Open Problems in Artificial Life**. Artificial Life, n. 6. [2000]. MIT Press: 2001, p. 363–376.

BOTELHO, João Francisco. **Teoria dos sistemas de desenvolvimento e autopoiese**. In: COFRE, Jaime; SAALFELD, Kay (Org.). Discussão de novos paradigmas: vida, embriologia e evolução. Florianópolis: Editora UFSC, 2011.

BRADLEY, Alexander S. **As raízes mais profundas da vida**. Scientific American Brasil, n. 5. São Paulo: Ediouro Duetto Editorial, 2010, p. 34-40.

BRAMONT, Pedro. **Fuja das definições, prefira os conceitos**. Webinsider.2010. Disponível em: < <http://webinsider.uol.com.br/2010/04/17/fuja-das-definicoes-prefira-os-conceitos/> > Acesso em: 23 abr. 2012.

BROGLIATO, B.; LOZANO, R.; MASCHKE, B.; EGELAND, O. **Dissipative Systems Analysis and Control**. Theory and Applications. 2 ed. Springer Verlag, London, 2007.

CECH, T.R. **The RNA Worlds in Context**. Colorado: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2011.

CHANG, Han-liang. **Is language a primary modeling system?** On Juri Lotman's concept of semiosphere. Sign Systems Studies, vol. 31.2, 2003. Disponível em < <http://homepage.ntu.edu.tw/~changhl/changhl/sss31.2.1.pdf> > acesso em 1 mai. 2012.

CHAUI, Marilena. **Convite à filosofia**. São Paulo: Ática, 1996.

CHYBA CF, MCDONALD GD. **The origin of life in the solar system: current issues**. Annu Rev Earth Planet Sci. n. 23, 1995, p. 215–249.

CLELAND, Carol E.; CHYBA, Christopher F. **Defining 'life'**. Origins of Life and Evolution of the Biosphere, vol. 32. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002, p. 387-393.

CLELAND, Carol; CHYBA, Christopher. **Does 'life' have a definition?**. In: BEDAU, Mark A.; CLELAND, Carol E. (Ed.). The Nature of Life: Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science. Cambridge University Press, 2010, p. 345-437.

CRICK, Francis. **Vida: O mistério da sua origem e natureza**. Colec. Ciência aberta. Ed. Gradiva, 1. ed. 1988.

DARWIN, Charles. **A Origem das Espécies**. Editora Hemus Ltda, São Paulo, 2002.

DAWKINS, Richard. **O gene egoísta**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Ed. Univ. S. Paulo, 1979.

DAWKINS, Richard. **A Grande Questão – Legendado – Pt Br**. Discovery Science. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=F5Vmu50kzD4>>. Acesso em: 01 mai. 2012.

DE Duve, C. **Blueprint for a cell: The nature and origin of life**. Burlington NC: Neil Patterson, 1991, p. 9.

DOBZHANSKY, T. **Autopoietic systems, replicators, and search for a meaningful biologic definition of life**. Ultimate reality and meaning. n. 20. 1973, p. 244-264.

DYSON, F. **Origins of life**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1985.

EGHOLM, M.; BUCHARDT, O.; CHRISTENSEN, L.; BEHRENS, C.; FREIER S.M.; DRIVER, D. A.; BERG, R. H.; KIM, S. K. NORDÉN, B.; NIELSEN P. E. **"PNA Hybridizes to Complementary Oligonucleotides Obeying the Watson-Crick Hydrogen Bonding Rules"**. Nature, n. 365. 1993.

EIGEN, M. **Steps toward life: A perspective on evolution**. New York: Oxford University Press, 1992.

EL-HANI, Charbel Nino; VIDEIRA, Antonio Passos. **O que é vida? Para entender a biologia do Século XXI**. - Relume Dumará Ed. Rio de Janeiro, 2000.

EMMECHE, C. **Defining life as a semiotic phenomenon**. Cybernetics & Human Knowing. n. 5. 1998, p. 3-17.

EMMECHE, C; EL-HANI, C.N. **Definindo vida, explicando emergência**. Série Ciência e Memória, CNPQ/ON, Coordenação de informação e documentação, 1999.

EMMECHE, Claus. **Organism and Body: The Semiotics of Emergent Levels of life**. In: EMMECHE, C.; KULL, K. (eds). Towards a Semiotic Biology: Life is the Action of Signs. London: Imperial College Press, 2011.

EMMECHE, C.; KULL, K. (eds.). Towards a Semiotic Biology: Life is the Action of Signs. London: Imperial College Press, 2011.

FAVAREAU, Donald (Ed.). **Essential Readings in Biosemiotics: Anthology and Commentary**. Biosemiotics, vol. 3. Springer, 2010.

FERNÁNDEZ, J.; MORENO, A.; ETXEBERRIA, A. **Life as emergence: The roots of a**

new paradigm in theoretical biology. *World Futures*, 32, 1991, p. 133–149.

FLEISHAKER, G. R. **A few precautionary words concerning terminology**. In: FLEISHAKER, G. R.; COLONNA S.; LUISI P. L. (Eds.). *Self-production of supramolecular structures from synthetic structures to models of minimal living systems*. 1994, p. 33–41.

GARDNER, R. Allen; GARDNER, Beatrice T. **Teaching Sign Language to a Chimpanzee**. *Science, New Series*, vol. 165., n. 3894. 1969, p. 664-672. Disponível em: <http://www.psych.yorku.ca/gigi/documents/Gardner_Gardner_1969.pdf> Acesso em: 1 mai. 2012.

GILBERT, Walter. **"The RNA World"**. *Nature*, n. 319.1986

GLEISER, Marcelo. **Criação imperfeita**. Rio de Janeiro: Record, 2010.

HAUGELAND, J. **Artificial Intelligence: The Very Idea**. Cambridge: MIT Press, 1985.

HOFFMEYER, J.; EMMECHE, C. **Code-duality and the semiotics of nature**. In: ANDERSON, M.; MERRELL, F. Merrell (Eds.). *On semiotic modeling*. New York: Mouton de Gruyter, 1991, p. 117–166.

HOFFMEYER, J. **Signs of Meaning in the Universe**. Bloomington: Indiana University Press, 1997.

HOFFMEYER, Jesper; KULL, Kalevi. **Theories of Signs and Meaning: Views from Copenhagen and Tartu**. In: EMMECHE, C.; KULL, K. (eds.). *Towards a Semiotic Biology: Life is the Action of Signs*. London: Imperial College Press, 2011.

HULL, D. L. **Units of evolution: A metaphysical essay**. In: JENSEN, U. J.; HARRÉ, R. (Eds.). *The Philosophy of Evolution*. England: the Harvester Press, 1981, p. 23-44.

JOYCE, G. F. Foreword. In: DEAMER, D. W.; FLEISCHAKER, G. R. (Eds.). **Origin of life: The central concepts**. Boston: Jones & Bartlett, 1994, pg. 11-12.

KAUFFMAN, S. A. **Autonomous agents**. In KAUFFMAN, S. A. *Investigations*. Oxford: Oxford University Press, 2000, p. 49–80.

KELBER, Almut; VOROBYEV, Misha; OSORIO, Daniel. **Animal colour vision – behavioural tests and physiological concepts**. *Biological Reviews*., n. 78. Cambridge Philosophical Society, 2003, p. 81-118.

KOSHLAND, D.E. **A Reponse-Regulated Model in a Simple Sensory System**. *Science*, n.196. 1992, p. 1055-1063.

KRAGH, Helge. **The beginning of the world: Georges Lemaître and the expanding universe**. *Centaurus*, vol. 30.1987, pg. 114-139.

KRAUSS, Lawrence. **Um universo a partir do nada**. Fundação Richard Dawkins. Disponível em: < <http://www.youtube.com/watch?v=pKoAcL3pkbo> >. Acesso em: 12 abr. 2012.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Perspectiva ed. Sao Paulo, 2003.

KULL, Kalevi. **Biosemiotics in the twentieth century: A view from biology**. *Semiotica*, n.127. 1999, p. 385–414.

KULL, K. **On semiosis, Umwelt, and semiosphere**. *Semiotica*, vol. 120., 1998, p. 299-310. Disponível em: <<http://www.zbi.ee/~kalevi/jesphohp.htm>>. Acesso em 13 mai. 2012.

KULL, K. Thomas A. **Sebeok and biology: Building biosemiotics**. *Cybernetics And Human Knowing*, vol.10, n. 1., 2003 p. 47-60.

KULL, Kalevi; EMMECHE, Claus; FAVAREAU, Donald. **Biosemiotic Research Questions**. In:EMMECHE, C.; KULL,K. (eds.). *Towards a Semiotic Biology: Life is the Action of Signs*. London: Imperial College Press,2011.

LILLIE, Ralph S. **Heredity from the Physico-Chemical Point of View**. *Biological Bulletin*, vol. 34., n. 2. 1918, p. 65-90.

LOBATO, Anderson C. **Conceito x definição**. 2010. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/educacao/0250.html>>. Acesso em 20 abr. 2012.

LUISI, Pier Luigi. **About various definitions of life**. Inst. für Polymere, ETHZ,CH, Switzerland, 1997.

MANGE, Daniel; SIPPER, Moshe. **Von Neumann's Quintessential Message: Genotype + Ribotype = Phenotype**. *Artificial life*, vol. 4., n. 3. 1998, p. 225-227.

MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. **O que é vida?** Jorge Zahar Ed. Rio de Janeiro, 2002.

MATOS, Mara célia Alves. **O aborto**. 2005. Disponível em: <<http://www.psicologia.pt/artigos/textos/TL0049.pdf>> acesso em: 18 mai. 2012

MATSUZAWA, Tetsuro. **Use of numbers by a chimpanzee**. *Nature*, n. 315. 1985, p. 57-59.

MATURANA, H.; VARELA, F. **Autopoiesis and cognition: the realization of the living**. London: D. Reidel Publishing Company, 1980.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. 2. ed. São Paulo: Palas Athena, 2002.

MAYR, E. **The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance**. Cambridge: Harvard University, the Belknap press, 1982.

MELAMEDE, R. J. **Dissipative Structures and the Origins of Life**. *Interjournal Complex Systems* 601, 2006.

MORENO, Alvaro; RUIZ-MIRAZO, Kepa. **Key issues regarding the origin, nature and evolution of complexity in nature: Information as a central concept to understand biological organizations**. *Emergence*, 4, 2002, p. 63-76.

MOURA, Mayra Patricia. **Desenvolvimento do pensamento: Um estudo sobre formação de conceitos com jovens e adultos em processo de escolarização**. 1999. Disponível em: <<http://168.96.200.17/ar/libros/anped/1805T.PDF>> Acesso em 25 abr. 2012

NEUMAN, Yair. **The immune self code: from correspondence to complexity**. In: BARBIERI, M. (Ed.). *The codes of life: the rules of macroevolution*. Dordrecht: Springer, 2008, p. 247 – 263.

NEVES, Rogerio; NETTO, Marcio Lobos; **A.L.I.V.E. Vida Artificial em Ambientes**

Virtuais: Uma plataforma experimental em realidade virtual para estudos dos seres vivos e da dinâmica da vida. USP, Sao Paulo,2003.

NEW, M; POHORILLE, A. **Models of protocellular structures, functions, and evolution.** In: PALYI G.; ZUCCHI C.; CAGLIOTI L. (Eds.). *Frontiers of life.* New York: Elsevier, 2000, p. 37–42.

NICOLIS, G.; PRIGOGINE, Y. **Self organization in non-equilibrium systems.** New York: Wiley, 1977.

NOTH, W. **Handbook of semiotics.** Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press.

PATTEE, H. **Experimental approaches to the origin of life problem.** In: NORD, F. F. (Ed.). *Advances in Enzymology*, vol. 27. New York: Wiley, 1965, p. 381–415.

PATTEE, H. H. **Dynamic and linguistic modes of complex systems.** *International Journal of General Systems*, n. 3. 1977, p. 259–266.

PATTEE, H. H. **Cell psychology: An evolutionary approach to the symbol-matter problem.** *Cognition and Brain Theory*, n. 4. 1982, p. 325–341.

PATTEE, H. H. **The physics of symbols and evolution of semiotic controls.** In: COOMBS, M. (Ed.). *Workshop on control mechanisms for complex systems: Issues of measurement and semiotic analysis.* Las Cruces, NM: New Mexico State University,1997.

PEIRCE, J R. **Symbols, signals and noise; the nature and process of communication..** London: Hutchinson, 1962.

PINTO, Alexandre Custódio. **Tradição cultural, contraste entre teorias e ensino de física.**2003. Dissertação (Mestrado) – Ensino de Ciências, modalidade Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <
<http://pt.scribd.com/doc/49250165/22/Mecanica-Relacional>> acesso em: 23 abr.2012.

RENSCH, Bernhard. **Biophilosophy.** Tradução de C. A. M. Sym. Columbia University press, 1971.

RUIZ-MIRAZO, Kepa; PERETÓ, Juli; MORENO, Alvaro. **A universal definition of life: autonomy and open-ended evolution.** In: BEDAU, Mark A.; CLELAND, Carol E. (Ed.). *The Nature of Life: Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science.* Cambridge University Press, 2010, p. 310-325.

SAGAN, C. **The Origin of life in a cosmic context.** *Origins of life and evolution of the biosphere*, n. 5. 1974, p. 497-505.

SANTAELLA, Lucia. **O que é semiótica.** Coleção primeiros passos, 8. ed. Brasil: Editora Brasiliense, 1990.

SCHRODINGER, Erwin. **O que é Vida? O Aspecto Físico da Célula Viva - seguido de Mente e Matéria.** São Paulo, UNESP, 1997.

SEBEOK, T. A. **The evolution of semiosis.** In: POSNER, R.; ROBERING, K.; SEBEOK, T. A. (Eds.). *Semiotics: A Handbook on the Sign-Theoretic Foundations of Nature and Culture*, vol. 1. Berlin: Walter de Gruyter. 1997, p. 436-446.

SHAROV, A.A. **From cybernetics to semiotics in biology.** *Semiotica*, n. 120, 1998. p. 403-

419.

SMITH, J. Maynard. **The problems of biology**. Oxford: Oxford University Press, 1986.

STERELNY, K.; GRIFFITHS, P.E. **Sex and death**: an introduction to philosophy of biology. Chicago: The University of Chicago Press, 1999.

STUDTMANN, Paul. **Aristotle's Natural Kinds**. Stanford Encyclopedia of Philosophy. 2007. Disponível em <<http://plato.stanford.edu/entries/aristotle-categories/>> Acesso em: 05 mai. 2012.

TAVARES, Marina de Lima. **A Terra é viva?** Hipótese Gaia e definições de vida. 2000. Dissertação (Bacharel) – Ciências Biológicas, modalidade Recursos Ambientais, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

UEXKULL, Jakob von. **The theory of meaning**. 1940. In: BARBIERI, Marcello; HOFFMEYER, Jesper. (Eds.) Essential Readings in Biosemiotics: Anthology and Commentary. Biosemiotics, vol. 3. Springer, 2010, p. 81-114.

UMEREZ, J. **Semantic closure**: A guiding notion to ground artificial life. In: MORAN F.; MORENO, A.; MERELO, J. J.; CHACO, P. (Eds.). Advances in artificial life. Heidelberg: Springer-Verlag, 1995, p. 77–94.

UOL. **Frases do julgamento sobre antecipação do parto em caso de anencefalia**. UOL notícias. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/saude/album/1204_julgamento_frases_album.htm#fotoNav=10> Acesso em: 18 mai. 2012.

VIEIRA, Fabiano de Souza. **O que é vida? A vida como autopoiese**. In: COFRE, Jaime; SAALFELD, Kay (Org.). Discussão de novos paradigmas: vida, embriologia e evolução. Florianópolis: Editora ufsc, 2011.

WEINBERG, Steven. **Dreams of a final theory**: The search for the fundamental laws of nature. London, 1993.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.