

**JOÃO WILLIAN STAKONSKI**

**SÃO OS SERES VIVOS PLURICELULARES SISTEMAS  
AUTOPOIÉTICOS MOLECULARES?**

Dissertação submetida ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Filosofia da Universidade Federal  
de Santa Catarina para a obtenção  
do Grau de Mestre em Filosofia.  
Orientador: Prof. Dr. Gustavo  
Andres Caponi

Florianópolis, SC  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Stakonski, João Willian

São os seres vivos pluricelulares sistemas  
autopoiéticos moleculares? / João Willian Stakonski  
; orientador, Gustavo Andres Caponi, 2019.

96 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências  
Humanas, Programa de Pós-Graduação em Filosofia,  
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Filosofia. 2. Filosofia da biologia. 3.  
Autopoiése. 4. Organismo. 5. Definição de ser vivo.  
I. Caponi, Gustavo Andres. II. Universidade Federal  
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em  
Filosofia. III. Título.

João Willian Stakonski

**“SÃO OS SERES VIVOS PLURICELULARES SISTEMAS AUTOPOIÉTICOS  
MOLECULARES?”**

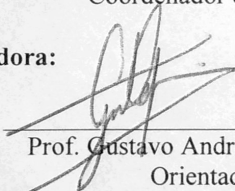
Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Filosofia”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Filosofia.

Florianópolis, 28 de fevereiro de 2019.

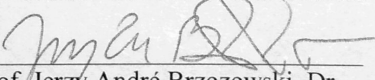


Prof. Roberto Wu, Dr.  
Coordenador do Curso

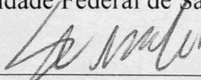
**Banca Examinadora:**



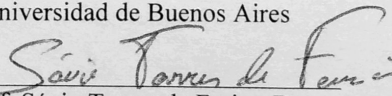
Prof. Gustavo Andres Caponi, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Jerzy André Brzozowski, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Santiago Ginnobili, Dr.  
Universidad de Buenos Aires



Prof. Sávio Torres de Farias, Dr.  
(com participação por videoconferência)  
Universidade Federal da Paraíba





## **AGRADECIMENTOS**

Eu jamais teria completado este percurso vivo e relativamente são, sem o apoio daqueles a quem devo meus mais sinceros agradecimentos. Primeiramente ao meu orientador, prof. Gustavo Caponi, por ter aceitado de bom grado me auxiliar nesse processo e pelas contribuições de inestimável valor. Agradeço também aos demais professores que aceitaram participar da banca examinadora do trabalho. À fundação CAPES, pelo imprescindível fomento financeiro que me possibilitou dedicação exclusiva à pesquisa. Aos amigos e à família, pelo afeto que recebi. Agradeço especialmente a Yohana, por ancorar meu coração em meio a este mundo tempestuoso com seu amor e companheirismo.



*Aquele que quebra uma coisa para descobrir  
o que ela é deixou o caminho da sabedoria.*  
(J.R.R. Tolkien, A Sociedade do Anel)



## RESUMO

Neste trabalho, investigamos a aplicabilidade da definição de ‘ser vivo’ proposta por Humberto Maturana e Francisco Varela, enquanto sistema autopoiético molecular, aos seres vivos pluricelulares. Em um primeiro momento, através do resgate de conceitos e argumentos que embasam esta definição, delineamos o modo como a concepção epistemológica dos biólogos chilenos em questão delimita sua abordagem do problema de definição de vida e de ser vivo, determinando o modo como os autores colocam e respondem a estes questionamentos, ao passo que utilizamos textos de apoio para contextualizá-los na discussão realizada pela comunidade científica sobre o tema. Na sequência, analisamos a coerência entre o tratamento dado pelos autores à definição dos sistemas pluricelulares e o restante de seu arcabouço teórico, investigando em especial sua tese, exposta nas obras mais significativas, de que os seres vivos devem ser considerados sistemas autopoiéticos moleculares. A partir de uma negação desta tese, apresentando razões que nos fazem duvidar da possibilidade de distinguir a unidade de sistemas pluricelulares a nível molecular nos termos gerais da teoria, por fim, encaminhamo-nos para uma nova abordagem, em que utilizamos os conceitos basilares, que sustentam o conceito de vida na teoria dos biólogos chilenos, para argumentarmos em favor da concepção de seres pluricelulares como sistemas autopoiéticos em um domínio de existência celular. Isso abre margem para a compreensão de certos fenômenos biológicos da esfera dos organismos utilizando-se de categorias, propostas por Maturana e por Varela, que oferecem modos interessantes de compreensão destes sistemas, ao mesmo tempo que suavizamos o apelo excessivo e restritivo à bioquímica, que a teoria, do modo como é dada pelos autores, sustenta.

**Palavras-chave:** Autopoiese. Conceito de vida. Organismo. Pluricelularidade.



## ABSTRACT

In this work, we investigate the applicability of the definition of 'living being' proposed by Humberto Maturana and Francisco Varela, as autopoietic molecular system, to multicellular living systems. At first, through the recovery of concepts and arguments that underlie this definition, we outline the way the epistemological conception of the Chilean biologists in question delimit their approach to the problem of definition of life and living being, determining how the authors set and reply to this inquiry, while we use support papers to contextualize them in the discussion carried out by the scientific community about the matter. Subsequently, we analyze the coherence between the treatment given by the authors to the definition of multicellular systems and their remaining theoretical framework, examining in special their thesis, shown in the most significative works, that living beings must be considered autopoietic molecular systems. Stemming from the denying of such thesis, giving reasons that make us suspicious about the possibility of distinguishing the multicellular systems unity at a molecular level in the theory's general terms, finally, we make for a new approach, in which we utilize the basal concepts, that sustain the concept of life in the theory of the Chilean biologists, to argument in favor of the conception of multicellular beings as autopoietic systems at a cellular domain of existence. This leaves room for a comprehension of certain biological phenomena at the organism's sphere utilizing the categories, proposed by Maturana and Varela, that offers interesting ways to apprehend these systems, at the same time that we mitigate the excessive and restrictive appeal to the biochemistry, that the theory, as given by the authors, sustain.

**Keywords:** Autopoiesis. Concept of life. Organism. Multicellularity.





## RESUMEN

En este trabajo, investigamos a la aplicabilidad de la definición de ‘ser vivo’ propuesta por Humberto Maturana y Francisco Varela, mientras sistema autopoiético molecular, a los seres vivos multicelulares. En un primer momento, a través de la recuperación de conceptos y argumentos que subyacen esta definición, delineamos el modo como la concepción epistemológica de los biólogos chilenos en cuestión delimita su enfoque del problema de la definición de vida y de ser vivo, determinando el modo como los autores exponen y responden a estos cuestionamientos, al paso que utilizamos artículos de apoyo para contextualizarlos en la discusión realizada por la comunidad científica acerca del tema. En la secuencia, analizamos la coherencia entre el tratamiento dado por los autores a la definición de los sistemas multicelulares y lo restante de su marco teórico, investigando en especial su tesis, expuesta en las obras más significativas, de que los seres vivos deben ser considerados sistemas autopoiéticos moleculares. Desde una negación de esta tesis, presentando razones que nos hacen dudar de la posibilidad de distinguir la unidad de los sistemas multicelulares a nivel molecular en los términos generales de la teoría, por fin, nos encaminamos para una nueva abordaje, en la cual utilizamos a los conceptos basilares, que sustentan el concepto de vida en la teoría de los biólogos chilenos, para argumentar a favor de la concepción de seres multicelulares como sistemas autopoiéticos en un dominio de existencia celular. Esto abre margen para la comprensión de algunos fenómenos biológicos de la esfera de los organismos usando categorías, propuestas por Maturana y por Varela, que ofrecen modos interesantes de comprensión de estos sistemas, al mismo tiempo que disminuimos el apelo excesivo y restrictivo a la bioquímica, que la teoría, a la manera en que está dada por los autores, sostiene.

**Palabras clave:** Autopoiesis. Concepto de vida. Organismo. Multicelularidad.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. REVISITANDO O CONCEITO DE SER VIVO PROPOSTO POR MATURANA E VARELA</b> .....	27
2.1. Noções epistemológicas.....	27
2.2. A organização do vivo .....	34
2.3. Fenomenologia biológica.....	37
2.4. Pluricelularidade sob a ótica do observador.....	44
2.5. Sistemas pluricelulares como máquinas autopoieticas moleculares .....	48
<b>3. AMPLIANDO O CONCEITO DE SER VIVO COMO SISTEMA AUTOPOIÉTICO</b> .....	57
3.1. A fenomenologia biológica é necessariamente molecular?.....	59
3.2. Compatibilizando sistemas celulares e sistemas moleculares .....	61
3.3. Células como componentes perdem sua autorreferência? .....	65
3.4. Sistemas autopoieticos celulares .....	69
3.5. Particularidades da autopoiese a nível celular.....	79
<b>CONCLUSÃO</b> .....	89
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	93



## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento acerca dos seres vivos e sobre os processos biológicos, que viriam a constituir o objeto de estudo das ciências biológicas, viram-se, por muitos séculos, assenhorados por outras áreas do pensamento humano. Se, por um lado, a Física estabeleceu-se como um paradigma fundamental a todas as ciências a partir do século XVII, e muitos foram os empreendimentos realizados para tentar reduzir todo processo biológico às leis da Física, por outro o misticismo fez com que muitos considerassem os processos biológicos como incognoscíveis pela ciência, ao defenderem que a vida desdobra-se em aspectos imateriais, espirituais ou energéticos que escapavam da possibilidade de serem submetidos a testes empíricos<sup>1</sup>.

Contudo, no século XX tornaram-se cada vez mais escassas e desacreditadas as posições excessivamente reducionistas, que defendessem o abandono de abordagens que considerassem o biológico como, em alguma medida, superveniente ao físico, de modo que se perderia algo em termos de conhecimento caso fosse ignorada esta especificidade do mundo vivo. Os processos biológicos merecem uma atenção maior e um enfoque especial, por envolverem sistemas que são, em última instância, de fato submetidos a leis físicas, mas que possuem uma organização extremamente complexa e única. Mesmo que hajam outros tipos de sistemas físicos, os seres vivos possuem um comportamento tão diferente dos demais, gerando processos tão singulares, que todo um vocabulário e uma metodologia próprios tornam-se necessários para sua compreensão.

Frente a este lugar de destaque que os sistemas vivos ocupam em relação às demais entidades do universo, diversos esforços teóricos surgiram para tentar dar conta de defini-los e de delimitar o espectro de entidades que podem ser consideradas vivas. Uma destas tentativas foi realizada por Humberto Maturana e Francisco Varela, pesquisadores das áreas das neurociências, das ciências biológicas e da medicina. Foram esses biólogos chilenos os primeiros a discutirem o conceito de **autopoiese**, cunhado por Maturana em meados da década de 60 e em crescente destaque desde então.

A noção de que seres vivos são *sistemas moleculares de organização autopoietica*<sup>2</sup> foi proposta por estes autores ao perceberem que os processos biológicos frequentemente são processos de produção

---

<sup>1</sup> Cf. CAPONI, 2014; MAYR, 1998; MAYR, 2011.

<sup>2</sup> MATURANA; VARELA, 2003.

de moléculas que possuem uma natureza circular. Estes sistemas organizacionalmente fechados, mas energética e materialmente abertos, regeneram continuamente os componentes que os constituem, através de uma rede de processos de produção posta em operação por estes próprios componentes. A expressão mais clara da aplicação deste conceito é a célula, unidade mínima da vida, presente em todas as entidades que comumente consideramos como seres vivos<sup>3</sup> e que, em sua operação, segundo os autores, realiza perenemente uma organização autopoietica<sup>4</sup>.

Contudo, quando pensamos na complexidade do fenômeno da vida, percebemos que os seres pluricelulares, de todos os reinos e todos os táxons, apresentam processos bastante singulares, diferentes de tudo o que ocorre com a matéria organizada de outros modos no ambiente. Até mesmo os primeiros esforços para compreender o que são os seres vivos iniciaram-se antes de se conceber a existência das unidades celulares. O contato com estas entidades macroscópicas, apresentando inúmeros modos de existência e desafiando a categorização até os dias atuais, foi a motivação inicial para as investigações do que viria a se tornar o campo de estudos das ciências biológicas, e são ainda hoje intuitivamente os exemplos mais paradigmáticos de seres vivos em nossa experiência cotidiana<sup>5</sup>.

É no mínimo curioso, portanto, que ao lermos as teses propostas por Maturana e Varela percebamos que, enquanto em algumas obras é simplesmente assumido que o conceito de ser vivo oferecido pelos autores chilenos contempla adequadamente em seu escopo não só as células, mas também os seres pluricelulares, em outras se admite uma dificuldade ou mesmo uma possível inadequação de tal conceito a estes sistemas. Ambas as possibilidades, caso confirmadas, gerariam problemas enormes para a teoria da autopoiese: seria no mínimo questionável a aceitação de uma definição que exclua os seres pluricelulares do escopo do que se considera vivo. Seria a teoria da autopoiese o caso de uma tese que objetivou caracterizar os seres vivos, mas acabou caracterizando outra coisa? Ou ainda a definição proposta pelos autores objetivaria manter o foco das considerações biológicas no âmbito celular, defendendo que a

---

<sup>3</sup> Cabe aqui ressaltar que os autores não admitem que os vírus e as demais entidades não-celulares possam ser seres vivos. A organização autopoietica é assumida como um traço essencial do ser vivo, logo sistemas que não a apresentem são dedutivamente excluídos das considerações biológicas destes autores.

<sup>4</sup> VARELA, 2000.

<sup>5</sup> Cf. ARNELLOS *et al*, 2014, p. 852.

consideração de sistemas pluricelulares como vivos é, na verdade, um deslize?

Este problema, que aqui afirmamos existir no interior da teoria proposta pelos biólogos chilenos, não é extensivamente explorado e debatido pelos próprios autores nem por outros teóricos desta linha de pesquisa, sendo apenas *sugerido* em alguns poucos trechos, espalhados em um reduzido número de obras. Como afirma Maturana, “se todos os sistemas multicelulares são ou não são sistemas autopoieticos em seu próprio mérito, é até certo ponto uma questão em aberto”<sup>6</sup>, o que cria incerteza sobre a possibilidade de *todos* os sistemas compostos por células serem autopoieticos (portanto, passíveis de serem considerados seres vivos, segundo a definição apresentada pelo autor). O questionamento acerca da possibilidade de atribuir universalmente a autopoiese aos sistemas multicelulares parece subentender que alguns destes sistemas são de fato autopoieticos, o que, porém, aparece apenas como suposição em seguida: “*Eu penso* que animais, como sistemas pluricelulares, são sistemas autopoieticos de segunda ordem”<sup>7</sup>.

Tanto neste artigo quanto em outras obras, a possibilidade de organismos pluricelulares serem suficientemente contemplados pelo conceito de ser vivo proposto por Maturana e por Varela é colocada como válida, mas não é defendida de maneira forte ou suficiente, o que nos salta aos olhos. As células continuam sendo os exemplares paradigmáticos da aplicação do conceito de *sistema autopoietico*, enquanto que os seres pluricelulares aparecem como casos limite<sup>8</sup> ou são considerados como *sistemas autopoieticos de segunda ordem*<sup>9</sup> por serem *compostos por* (ou seja, por terem como componentes) unidades autopoieticas de primeira ordem. O que parece carregar a eles o atributo da autopoiese, nesta abordagem, parece ser não sua própria organização, mas sim a organização de seus componentes, tese cuja validade não é sustentada suficientemente pelos argumentos apresentados pelos autores, e parece inclusive incorrer em uma falácia lógica de supor que propriedades das partes sejam automaticamente transferidas ao todo.

No primeiro capítulo, portanto, teremos como objetivo principal a explicitação desta questão, mostrando como este problema de classificação dos seres pluricelulares surge a partir das próprias definições de conceitos oferecidas pelos autores da teoria da autopoiese. Em linhas

---

<sup>6</sup> MATURANA, 1980, p. 53, tradução nossa.

<sup>7</sup> MATURANA, 1980, p. 53, tradução e grifos nossos.

<sup>8</sup> MATURANA, 2002.

<sup>9</sup> MATURANA, VARELA, 2003.

gerais, buscamos mostrar que este problema pode ter uma solução interna à teoria, caso se atente a alguns conceitos e argumentos apresentados ao longo das obras dos autores que, muitas vezes, são desprezados na discussão acerca da definição dos organismos pluricelulares. Esta solução que propomos, entretanto, é uma alternativa ao tratamento dado à questão pelos próprios Maturana e Varela, o qual nos parece problemático e insuficiente, de modo que acreditamos que sua definição de vida carece de uma adequada consideração em relação aos seres pluricelulares.

Caso nos limitemos à abordagem que os autores chilenos propõem, em um primeiro momento parece que devemos nos conformar à posição de um sujeito semelhante ao que é esboçado pelo filósofo alemão kant, um prisioneiro do campo dos fenômenos, sobre os quais aplica suas categorias mentais, devendo tomar cuidado para não extrapolar suas considerações acerca do mundo exterior para além daquilo que lhe é empiricamente imediato. Dizemos isso pois, para os autores, somos observadores, unidades que existem em um mundo tal qual os objetos que buscam conhecer, e que os conhecem na medida em que interagem com eles e que são modificadas a partir desta interação<sup>10</sup>.

Os autores lançam mão de uma ferramenta explicativa bastante interessante, um princípio referenciado como *objetividade em parênteses*<sup>11</sup>. Resumidamente, segundo esta perspectiva, que guarda fortes vínculos com a tradição da *fenomenologia*, nós somos basicamente *observadores*. Daí surge a concepção de que tudo a que temos acesso se resume a figuras imagéticas dadas em âmbitos sensoriais, chamados de *domínios fenomenológicos*. Nestes domínios podemos realizar processos linguísticos, de modo a identificar, aí, unidades, segundo alguns critérios investigados pelos autores. Porém, a objetividade, isto é, a capacidade de extrapolar considerações solipsistas para se afirmar algo referente a um mundo independente do sujeito que percebe, é alcançada de modo limitado, através do contato com outros observadores e estabelecendo com eles uma rede de cruzamento de informações<sup>12</sup>.

O que fazemos quando tentamos prover uma explicação de qualquer fenômeno dado, é

---

<sup>10</sup> Para uma melhor compreensão desta condição de observador e da experiência como interações estruturais entre duas unidades em um mesmo domínio de existência, cf. Maturana, 1980; Maturana, 1988; Maturana, 2002.

<sup>11</sup> Cf. Maturana, 1988, p. 9-11.

<sup>12</sup> Esta é apenas uma simplificação do argumento apresentado pelos autores acerca da possibilidade do conhecimento científico caso se aceitem suas teses acerca da organização do vivo e do mental.



**descrever as condições sob as quais os elementos que reconhecemos como pertencentes a outro domínio que o próprio fenômeno, gerariam o fenômeno.** Sob estas circunstâncias, todos os termos que usamos devem ser **definidos operacionalmente** de modo que sejam úteis na geração do fenômeno a ser explicado (MATURANA, 1980, p. 46-47, tradução e grifos nossos).

Logo, as considerações realizadas pelos próprios autores são de certo modo guiadas e limitadas a esta abordagem fenomenológica por tais pressupostos epistemológicos. A ideia de que os próprios autores da teoria são unidades determinadas estruturalmente e sujeitas a esta limitação de acesso à realidade, devendo manter-se em um discurso acerca de fenômenos, leva os autores a basear sua concepção biológica no discurso a partir de um observador. Os seres vivos são *identificados como tais* a partir de serem percebidos como sistemas que desempenham um determinado tipo de organização em um determinado domínio de fenômenos ao qual um observador tem acesso.

Estes domínios fenomenológicos expressam uma ideia um tanto imprecisa, fazendo alusão a termos que são mais comuns em discussões acerca da biologia ou da própria ontologia, como *níveis de ordem* ou *níveis de complexidade*, por exemplo. Segundo os autores chilenos, unidades existentes em um domínio fenomenológico não podem interagir com unidades que existam em outro domínio<sup>13</sup>. Além disso, nenhum domínio fenomenológico parece ser mais adequado que outro para se compreender algo, todos sendo igualmente válidos e apresentando, conforme forem submetidos a operações de distinção de unidades por parte de um observador, diferentes unidades.

Segundo os autores desta linha teórica, podemos dizer que um ser vivo é um “*sistema autopoietico molecular*”, ou seja, uma unidade cujos componentes são moléculas, organizadas em uma rede de processos concatenados de produção de novas moléculas que manterão recursivamente esta rede, dando origem aos mesmos processos que as produziram. A delimitação física do próprio sistema será vinculada a esta rede, sendo que o sistema vivo existe no espaço e durante o tempo no qual tal dinâmica se dá.

---

<sup>13</sup> MATURANA, 1988.

Há, como dissemos, um problema ao pensar esta definição de ser vivo em relação a seres pluricelulares. Estes seres são denominados, na teoria de Maturana e de Varela, de *seres metacelulares*, ou “*sistemas autopoieticos de segunda ordem*”<sup>14</sup>, por serem formados por células, estas sim sistemas autopoieticos por excelência, ou “de primeira ordem”. Entretanto, se pensarmos que os componentes do sistema pluricelular são células, isso parece, de algum modo, excluí-los das definições de ser vivo dadas pelos autores: dos três termos que compõem tal definição, os seres pluricelulares poderiam satisfazer apenas um. Por um lado, é claro que são *sistemas*, ou seja, unidades distinguidas em um espaço no qual há determinismo estrutural<sup>15</sup> – o espaço físico. Por outro lado, o sistema não seria *molecular* caso seus componentes fossem células, e seria problemático, para os autores, dizer que sua organização poderia ser *autopoietica*. Esta dificuldade de caracterização foi percebida também pelos autores chilenos.

Qual é a organização dos metacelulares? [...] são alguns metacelulares unidades autopoieticas? Quer dizer, são os sistemas autopoieticos de segunda ordem *também* sistemas autopoieticos de primeira ordem? [...] Estas não são perguntas fáceis. Não é evidente como alguém poderia descrever as relações entre componentes em um organismo de maneira que se revele a organização deste como uma autopoiese molecular da mesma maneira que em uma célula<sup>16</sup>.

Em outras passagens, como o excerto abaixo, a possibilidade de se estender a organização autopoietica para os seres pluricelulares é totalmente descartada:

[...] surge a tentação de dizer que uma coisa viva, macroscópica, não é mais do que uma gigantesca

---

<sup>14</sup> Cf. MATURANA; VARELA, 2003, p. 58-59.

<sup>15</sup> “Um sistema determinado estruturalmente é um sistema tal que tudo que ocorre em seu interior, ou acontece a ele em qualquer instante, é determinado por sua estrutura nesse instante” (MATURANA, 2002, p. 15, tradução nossa). Em outras palavras, modificações na unidade como um todo implicam em modificações em sua estrutura, incluindo componentes e as relações que estes estabelecem entre si, e vice-versa; ou seja, o sistema é uma unidade composta e determinada por suas partes.

<sup>16</sup> MATURANA; VARELA, 2003, p. 59, tradução nossa, grifos dos autores

unidade autopoietica, na qual a envoltura externa do corpo físico – a pele – representa o limite. Mas não é tão simples. A autopoiese se refere e se limita à vida mínima; quer dizer, sua teoria e seus princípios se baseiam nos organismos unicelulares. Não se fala de organismos pluricelulares ou de hierarquias de autopoiese<sup>17</sup>.

A inclusão dos seres pluricelulares pelo conceito de *ser vivo* proposto pelos autores é prejudicada, principalmente, por dois fatores. Em primeiro lugar, os componentes deste sistema devem ser moléculas, uma vez que os processos de produção de componentes, necessários para a ocorrência de uma organização autopoietica, parecem ser realizáveis e terem como produto apenas moléculas, na perspectiva dos autores<sup>18</sup>. Isto faz com que a indagação acerca de quais são os componentes de um sistema pluricelular ganhe um destaque enorme, uma vez que, se tais componentes não forem moléculas, mas sim células, a organização do sistema não pode ser autopoietica, e esta unidade não pode, por definição, ser um ser vivo.

Logo, se a possibilidade de identificar a organização de um sistema pluricelular como autopoietica se dá em função deste sistema ter componentes moleculares, a incerteza acerca de quais são seus componentes leva a uma impossibilidade de atribuir-lhe tal organização. Para que consigamos avançar na discussão que nos propomos, portanto, é de extrema importância determinar com certeza os componentes dos sistemas pluricelulares e que organização é realizada por eles. Sem uma definição clara a este respeito, a discussão seria vazia e/ou resultaria em uma resposta arbitrária, não oferecendo base alguma para que possamos pensar os seres pluricelulares à luz da definição de *ser vivo* proposta pelos teóricos da autopoiese.

O ponto central para o avanço desta investigação é o conceito de *observador*. Em termos gerais, segundo a teoria da autopoiese, a determinação dos limites [*boundaries*] de uma unidade, assim como de quais são seus componentes e sua organização – ou seja, as relações e processos necessários para a manutenção de sua existência – é o resultado de uma *operação de distinção* realizada por um observador sobre um *domínio de fenômenos* acessível a ele<sup>19</sup>. Desse modo, esta operação é

---

<sup>17</sup> VARELA, 2000, p. 36, tradução nossa.

<sup>18</sup> Cf. MATURANA, 2002.

<sup>19</sup> Ou seja, um observador é alguém que tem acesso a algum domínio fenomenológico, no qual, ao aplicar sua linguagem, pode distinguir unidades. Em

central para se definir a estrutura das entidades pluricelulares, residindo nela a possibilidade de iniciar uma investigação acerca da adequação da definição de ser vivo proposta pelos autores para contemplar os sistemas pluricelulares, uma vez que tal conceito visa definir a *estrutura* dos sistemas vivos<sup>20</sup>.

A operação de distinção, ao trazer à tona uma unidade em relação a um fundo, é responsável por delimitar no campo de fenômenos acessíveis ao observador quais são os componentes e as relações entre componentes que uma unidade apresenta. Logo, para que possamos estabelecer de que modo a teoria da autopoiese poderia ser adequada para caracterizar os seres pluricelulares, nossa investigação deve abordar este problema a partir destes dois aspectos distintos. Buscaremos, então, determinar o domínio fenomenológico em que devemos distinguir os sistemas pluricelulares como unidades compostas e, portanto, quais são os componentes destes sistemas; assim como qual é o conjunto de relações entre componentes que o constituem como um todo unitário, definindo sua identidade, ou seja, sua organização.

Nossa resposta ao problema perpassa esses dois aspectos, indo ao encontro de uma característica epistemológica do observador, que os autores chilenos sugerem em algumas de suas obras<sup>21</sup>, a saber, de que este pode aplicar suas operações de distinção em diferentes domínios fenomenológicos aos quais têm acesso, sendo capaz de distinguir unidades nestes diferentes domínios. Nesse sentido, destacamos que, se diferentes *níveis de ordem* forem acessíveis à percepção de um observador, que os distinguiria como diferentes domínios fenomenológicos, seria possível que os seres pluricelulares fossem distinguidos ora como unidades simples em um campo de fenômenos macroscópico, ora como unidade composta em um domínio de fenômenos inferior, ao qual ele tenha acesso.

Esta perspectiva sugere que uma entidade não possui, por si própria, um conjunto de componentes, nem uma organização. É apenas

---

outras palavras, a partir dos fenômenos que observa em sua *práxis* de vida, ele destaca entidades diferenciando-as do meio em que se encontram (fundo) a partir do próprio modo como estas unidades se constituem, ou seja, das coerências operacionais desta unidade, que tornam a operação de distinção possível e não-arbitrária (cf. MATURANA, 1988, p. 12).

<sup>20</sup> “Os componentes efetivos e as efetivas relações entre eles, que em qualquer instância realizam uma unidade composta particular como uma entidade concreta estática ou dinâmica no espaço de seus componentes, constituem sua **estrutura**” (MATURANA, 1980, p. 48, tradução e grifos nossos).

<sup>21</sup> Ver MATURANA, 1980 e MATURANA; VARELA, 2003.

em relação à perspectiva de um observador, que a distinga como unidade em um campo de fenômenos no qual a perceba, que há sentido em falarmos de componentes e organização, não da entidade em si, mas sim desta **unidade**, que é criada a partir das coerências operacionais que o observador percebe. Desse modo, um ser pluricelular pode ser definido como um sistema molecular caso possa ser distinguido como unidade no domínio molecular, ou seja, caso o espaço em que ele exista possa ser delimitado a partir de um conjunto de moléculas que em conjunto formem uma estrutura.

Essa abordagem destaca a flexibilidade de determinação de uma entidade por um observador caso ele possa percebê-la em diferentes domínios fenomenológicos e estabelecer entre estas diversas unidades o que os autores chamam de *interseção estrutural* ou “conservação simultânea”<sup>22</sup>. Em cada um destes campos de fenômenos ele distinguiria uma unidade diferente, ou seja, diferentes componentes realizando distintas organizações ou unidades simples apresentando propriedades diferentes, interligadas entre si por um vínculo de continuidade estabelecido pelo observador. Apontamos a possibilidade de compreender estes diferentes domínios como *níveis de ordem* ou *níveis de complexidade*, refletindo uma **hierarquia estrutural** na qual os componentes de uma unidade distinguida em um dado domínio fenomenológico seriam sistemas por si só, distinguíveis como unidades compostas em outro domínio de fenômenos correspondente a um nível de ordem inferior.

Nesta primeira abordagem, portanto, defendemos que a possibilidade de um observador ter acesso a diferentes domínios fenomenológicos e compreender certas unidades distinguidas nestes domínios como uma mesma entidade, e os próprios domínios de existência como níveis de ordem hierarquicamente dispostos, é totalmente compatível com a teoria proposta por Maturana e Varela, inclusive é uma ideia derivada dos princípios básicos da teoria.

Estes níveis de ordem podem ser exemplificados na própria constituição de uma célula, que pode ser distinguida ora como um todo simples dotado de certas propriedades, ora como uma unidade composta de moléculas inseridas em uma rede de processos de produção e de transformação, ou ainda como uma unidade composta de organelas interagindo umas com as outras e com o meio circundante. Estas diferentes operações de distinção sobre a célula em distintos domínios

---

<sup>22</sup> MATURANA, 1988, p. 25, tradução nossa.

fenomenológicos resultariam em unidades com estruturas diferentes que, porém, seriam relacionadas entre si na perspectiva deste observador e apenas nela.

O mesmo artifício pode ser aplicado aos sistemas pluricelulares, na medida em que se pode concebê-los como existentes em diferentes domínios. Caso estes seres possam ser distinguidos por um observador no domínio molecular e caso a unidade resultante desta operação de distinção possua uma organização autopoietica, seres pluricelulares encaixariam-se na definição proposta por Maturana e Varela para os seres vivos e seriam, portanto, *sistemas autopoieticos moleculares*, fortalecendo esta definição de ser vivo.

Sugerimos, então, um novo olhar sobre a definição de ser vivo proposta pelos autores chilenos, que firme na flexibilidade da distinção de uma mesma entidade em diferentes campos de fenômenos por um observador a possibilidade que seres pluricelulares sejam compreendidos não apenas como sistemas compostos de células, mas também como sistemas autopoieticos de primeira ordem e, portanto, seres vivos. Esta abordagem, apenas esboçada pelos biólogos em suas obras, não é levada a cabo em nenhuma delas, tomada simplesmente como uma possibilidade de investigações futuras.

Buscamos demonstrar que esta abordagem alternativa que propomos à definição de ser vivo forneceria um critério para a diferenciação entre sistemas *metacelulares* vivos e não-vivos, por meio consideração destes no domínio molecular. Enquanto os seres vivos sempre poderiam ser distinguidos enquanto *unidades autopoieticas moleculares*, o mesmo não poderia ser dito de seres não-vivos que, ou seriam distinguidos como unidades que materializam outra organização, ou não poderiam sequer ser distinguidos como unidades neste campo de fenômenos, apenas em domínios correspondentes a níveis superiores de ordem.

Nossa abordagem parte da noção de que, mesmo que toda unidade seja distinguível apenas em um domínio fenomenológico, e diferentes domínios não se intersectem<sup>23</sup>, estes domínios não correspondem a níveis de complexidade ou níveis de ordem. Portanto, desse modo, podemos pensar que, em um mesmo domínio fenomenológico, por exemplo, o domínio molecular, podem haver relações e processos entre unidades simples e complexas ou, em outras palavras, entre sistemas como um todo e seus componentes. O sistema deixa de ser o simples resultado, em um determinado domínio fenomenológico, dos processos e relações

---

<sup>23</sup> Cf. MATURANA, 1980, p. 50-51; MATURANA, 1988, p. 11.

realizados por seus componentes em outro domínio fenomenológico, para ser passível de estabelecer relações, inclusive causais e funcionalmente definíveis, com suas partes.

Estas relações são todas dependentes da noção de *determinismo estrutural*. Uma vez que a estrutura de uma unidade composta em cada momento dado determina como a unidade se comporta como um todo (ou quais são suas propriedades caso compreendida como unidade simples), podemos dizer que modificações em um nível de complexidade superior, no sistema, serão correlatas a modificações em um nível de complexidade inferior, a saber, dos componentes. Há, portanto, uma via de determinação entre os níveis de complexidade, que só pode ser estabelecida por ambos estarem em um mesmo domínio fenomenológico que, no caso das células e seus componentes, é o domínio molecular.

Retomando uma das caracterizações mais básicas no interior da teoria da autopoiese, as unidades compostas, incluindo as células, possuem estrutura e organização. Enquanto a organização é um conjunto de relações entre componentes que deve manter-se estável para que a unidade permaneça no tempo, a estrutura é o conjunto total de componentes e das relações estabelecidas entre eles, assim como dos processos que realizam. No caso de uma unidade autopoietica, sua organização é que é autopoietica, sendo incluída como um subconjunto das relações que compõe sua estrutura.

Se investigarmos mais a fundo esta ideia, não é difícil estabelecermos uma relação de restrição (*constraining*) dos componentes pelas relações constitutivas da unidade. Os componentes são inseridos em uma dinâmica interna da célula, submetidos à sua autopoiese, e suas propriedades, em interação com as propriedades dos demais componentes, determinarão os processos que ele realizará e as relações que estabelecerá com outros componentes moleculares. Podemos dizer, portanto, que de todos os estados que as moléculas podem assumir enquanto componentes do ambiente celular, organizacionalmente controlado e homeostaticamente mantido, apenas alguns serão efetivados *em razão* de sua participação nesta estrutura.

A partir deste ponto, torna-se possível pensarmos em como as unidades autopoieticas de primeira ordem paradigmáticas, as células, podem comportar-se quando estruturalmente acopladas em um ambiente pluricelular. O único modo de compreender esta relação de determinação estrutural que poderia permear os componentes moleculares, as células e os próprios organismos pluricelulares no interior da teoria da autopoiese, seria concebê-los a partir de um mesmo domínio fenomenológico.

Acreditamos, portanto, que a chave para compreender esta relação seria, no domínio fenomenológico molecular, identificarmos as moléculas como as unidades simples, participantes na estrutura das células como unidades complexas e, ao mesmo tempo e de maneira sobreposta, na estrutura dos organismos, também como unidades complexas.

Buscamos mostrar que, ao sofrerem modificações ao longo das gerações, a constituição física ou estrutura das unidades celulares inseridas em um sistema pluricelular passa a depender de um meio cada vez mais específico para continuar mantendo sua integridade, a saber, um meio cuja estrutura possibilite relações e processos recorrentes e de um determinado tipo. Em outras palavras, podemos dizer que a unidade celular diminui sua *autonomia*, pois depende de condições ambientais mais específicas para que não perca sua organização, uma vez que fica mais vulnerável a perturbações externas que podem mais facilmente impedir a continuação da realização de sua autopoiese.

A condição que melhor satisfaria esta dependência de uma estabilidade ao meio externo, nesse sentido, seria uma em que a estrutura de cada célula interagisse com a estrutura das células adjacentes (que seriam seu *nicho*<sup>24</sup>) de modo a gerar perturbações mútuas compensáveis e não-destrutivas, moldando o meio de modo que cada vez menos ele fosse provido de componentes que pudessem gerar perturbações destrutivas nas unidades celulares<sup>25</sup>. Em outras palavras, a estrutura de cada célula, embora continue mantendo sua própria organização homeostaticamente, autopoieticamente, *auxilia* na manutenção das demais células em seu entorno criando conjuntamente um *ambiente de estrutura homeostaticamente mantida*, e esta manutenção se dá pelas próprias células, *em virtude de seu pertencimento a este sistema maior que se constitui no ambiente*, que defendemos ser o sistema pluricelular propriamente dito.

Este sistema pluricelular, como visamos demonstrar, é realizado pela estrutura de cada uma das células particulares que dizemos que o compõem. Buscamos mostrar que, conforme estas células passam a depender de um entorno organizacionalmente homeostático realizado por

---

<sup>24</sup> Nicho é definido pelos autores de um modo diferente da tradição, constituindo a parte do meio no qual uma unidade se encontra que, a cada momento dado, está em interação direta com seus componentes sendo, portanto, amplamente variável ao longo da ontogenia da unidade (MATURANA, 1980, p. 18).

<sup>25</sup> Acerca de interações e perturbações à unidade, que causam mudança estrutural com conservação organizacional, cf. MATURANA, 1980, 47-51.



cada uma delas para manter sua adaptação individual<sup>26</sup>, sua estrutura passa, cada vez mais<sup>27</sup>, a realizar processos que, embora engatilhados por sua autopoiese e mesmo constituintes dela (pois, em última instância, contribuem para a manutenção de sua organização), participam de relações extracelulares, tornando-se, ao mesmo tempo, partes da estrutura de um sistema maior, sobreposto aos sistemas celulares. Poderíamos, inclusive, dizer que a estrutura da célula, conforme esta se adequa a um sistema pluricelular, torna-se cada vez menos comprometida com a manutenção desta célula específica e mais com a manutenção do sistema pluricelular.

Finalmente, buscamos defender que, conforme sistemas de diferentes níveis de complexidade passam a coexistir em um mesmo domínio, ocorre transferência de autonomia das unidades mais simples às mais complexas, compreendendo autonomia nos dois sentidos apresentados acima – como versatilidade em relação ao ambiente e como autorreferência dos processos estruturais. Assim, as unidades celulares tornam-se cada vez mais comprometidas com a manutenção da unidade pluricelular, em razão do próprio pertencimento ao ambiente pluricelular e constrangimento de sua estrutura pela estrutura deste último. Os próprios processos que a célula realiza que irão compor a unidade autopoietica metacelular, porém, são simples interações com o meio na qual existe que, não obstante, serão as demais células que compartilham com ela a condição de serem partes do todo pluricelular.

Desse modo, embora possamos compreender os sistemas pluricelulares como seres compostos de células, ou a partir das dinâmicas de seus subsistemas fisiológicos – digestório, respiratório, nervoso etc. – , para encontrar sua adequação à definição dos autores chilenos, precisamos analisa-lo ao nível molecular. Tal como conjecturado por Maturana e Varela, a unidade autopoietica de segunda ordem também poderia, portanto, ser compreendida como uma unidade autopoietica de primeira ordem, sobreposta às unidades celulares, como diferentes recortes de sistemas a partir de um mesmo conjunto de componentes, relações e processos, identificando diferentes estruturas operando em um mesmo espaço.

Esta dinâmica de sobreposição de sistemas de diferentes níveis de complexidade em um mesmo domínio é uma abordagem que não aparece

---

<sup>26</sup> Segundo a teoria da autopoiese, a coerência entre sua estrutura e a do ambiente, para que não desintegre.

<sup>27</sup> Ou seja, conforme sua estrutura se modifica evolutivamente ao longo do tempo. Cf MATURANA; VARELA, 1998, p. 95-101.

nas obras dos autores chilenos. No máximo, eles citam de forma conjectural e breve a possibilidade de os sistemas pluricelulares serem, eles próprios, sistemas autopoieticos de primeira ordem. Acreditamos que, mesmo que derivando parte do que dissemos das próprias teses dos autores, nossa contribuição vai no sentido de possibilitar uma nova visão e uma capacidade maior de aplicabilidade da definição proposta pelos autores.

Esta solução, porém, pode ser compreendida como um olhar diferente sobre a própria teoria proposta pelos biólogos chilenos. Estes autores parecem buscar, ao longo de suas obras, a criação de um sistema teórico geral e totalizante para a compreensão da fenomenologia biológica. O que buscamos realizar neste primeiro momento, portanto, é a revisão do papel ou do local próprio dos sistemas pluricelulares no interior deste arcabouço teórico, o que chamaremos, portanto, de uma solução *interna* à teoria: a partir dos próprios fundamentos teóricos propostos pelos autores, buscamos delinear um caminho de investigação acerca da aplicabilidade de seu conceito de ser vivo a organismos pluricelulares, que ocupam grande parte do foco das ciências biológicas.

No segundo capítulo, portanto, desenvolvemos uma resposta que, analogamente, pode ser denominada de *externa* à teoria, uma vez que, mesmo que partamos de categorias estabelecidas por Maturana e Varela, nos permitimos violar alguns de seus princípios, por nos parecerem excessivamente restritivos. Desse modo, nossa abordagem não estará restrita apenas ao sistema “fechado” proposto pelos autores chilenos, mas busca posicionar a teoria da autopoiese no debate mais amplo da definição de organismos, trazendo à tona uma proposta que vai além da simples análise das teses propostas por Maturana, Varela e outros autores que se inserem nessa corrente teórica.

A principal motivação para este esforço é o fato de que, ao vincular a definição de seres vivos tão fortemente à ideia de que apenas podem ser dados em um domínio fenomenológico molecular, os autores acabam por limitar em muito o alcance das explicações científicas acerca do mundo biológico. Parece-nos, de fato, um empreendimento reducionista, cujo objetivo pode ser uma definição global de ser vivo e uma maior compreensão da fenomenologia biológica que, porém, resulta em uma abordagem limitante do conhecimento biológico, ao exigir que todas as explicações sejam dadas em termos de transformações moleculares.

Tal definição pode ser defendida como uma alternativa viável à compreensão da *vida mínima*<sup>28</sup>, destacando bem o tipo de sistemas que são os sistemas celulares, uma vez que as transformações e os processos cíclicos que podemos observar nestes são, de fato, descritíveis em termos de transformações moleculares: proteínas, ácidos nucleicos e afins são, sobretudo, moléculas individuais, e são relações de produção cíclicas entre estas que definem a autopoiese das células. Contudo, de que maneira poderia ser viável compreendermos os mecanismos de diferenciação celular, os agrupamentos das unidades celulares em tecidos que funcionam em conjunto, a formação e a integração dos órgãos em sistemas orgânicos, o funcionamento conjunto de todas as partes, em diferentes níveis de ordem, integradas de modo a constituir a unidade macroscópica que corresponde à vida complexa como estamos habituados a conceber?

Permitindo-nos negar algumas das teses sustentadas pelos biólogos chilenos, buscamos mostrar como os sistemas pluricelulares, por mais que possam talvez ser identificados como sistemas de algum tipo a nível molecular, devem ser compreendidos levando-se em consideração sua composição em outros níveis da realidade. O primeiro ponto que defendemos é que as células podem participar, como componentes e sem perder sua autonomia e sua organização autopoietica, de sistemas pluricelulares.

Defendemos então a possibilidade de compreender os seres vivos pluricelulares, e toda a fenomenologia que os envolve, a partir de diferentes recortes fenomenológicos, sendo concebidos, inclusive, como sistemas celulares. A possibilidade de que células sejam concebidas como componentes é investigada a fim de que elucidemos uma questão que, por vezes, é posta em relação à teoria da autopoiese, a saber: ao realizarem processos que envolvam ou participem da organização de outros sistemas, os sistemas autopoieticos de primeira ordem (células) perdem sua autorreferência, incorrendo em quebra de sua autopoiese e desintegração de sua unidade?

A segunda reivindicação é a de que, contrariamente ao que é sustentado pelos biólogos chilenos, a autopoiese é uma organização possível em outros domínios fenomenológicos, que não o molecular, e que ainda continua, caso ocorra nestas outras dimensões, caracterizando a organização de seres vivos. É nesse sentido que argumentamos em favor de aplicar os critérios para a identificação de sistemas autopoieticos –

---

<sup>28</sup> Cf. ARNELLOS *et al*, 2014; MORENO; RUIZ-MIRAZO, 2004; VARELA, 2000.

tanto os requisitos mínimos para o estabelecimento desta organização, quanto as consequências necessárias da posse de tal identidade por um sistema – aos sistemas pluricelulares, a nível celular. Isso nos permite mostrar que, com a exceção de critérios fortemente ligados ao domínio molecular<sup>29</sup>, todos os demais podem ser compatíveis com a consideração de outros domínios fenomenológicos, em especial o domínio no qual as células apresentam-se como unidades simples, sem modificações que alterem seu conteúdo.

Por fim, destrinchando este problema, não só mostramos como é possível a realização de *papeis alopoiéticos*<sup>30</sup> pelas unidades autopoieticas celulares, mas também como sua participação na organização de sistemas pluricelulares requer que elas mantenham ativa sua própria autopoiese. Além disso, argumentamos a favor de que seres pluricelulares não só são constituídos de células, e a matriz extracelular que as envolve, mas o são de maneira tal que são constituídos como *máquinas autopoieticas celulares*, por realizar, neste domínio, uma organização autopoietica aos moldes apresentados pelos biólogos chilenos. Buscamos, assim, mostrar como a organização autopoietica a nível celular leva ao estabelecimento de dinâmicas próprias destes sistemas, como a formação de tecidos, o constrangimento das partes pelo todo, a manutenção recíproca entre todos os componentes celulares, o controle de variáveis extracelulares por meio de mecanismos intracelulares e afins.

Nesta exposição, portanto, buscamos mostrar como as noções apresentadas por Maturana e Varela podem servir como um bom ferramental para compreendermos fenômenos biológicos, caso possamos nos desvencilhar de imposições e limitações arbitrariamente defendidas nos textos dos autores, expandindo as categorias que eles propõem para além do que eles consideram como o *uso rigoroso da terminologia e das definições*<sup>31</sup>. Este exercício mostra que o conceito de autopoiese pode ser muito útil para estabelecer o tipo de sistemas que são os seres vivos, auxiliando-nos a lidar com certos problemas e discussões acerca da

---

<sup>29</sup> Alguns critérios mostrados pelos autores em *De máquinas y seres vivos* incluem, em sua formulação mais básica apresentada, a referência a moléculas. Estes foram analisados de modo a mostrar que, em outros domínios fenomenológicos, os componentes podem apresentar as mesmas características que são reivindicadas como exclusivas das células.

<sup>30</sup> Ou seja, que, produzidos pela estrutura do sistema, ao fim, não produzam componentes do próprio sistema.

<sup>31</sup> VARELA, 2000, p. 36.

definição de *organismo*, caso o arcabouço argumentativo que é derivado de tal definição e a sustenta seja revisto.



## 2. REVISITANDO O CONCEITO DE SER VIVO PROPOSTO POR MATURANA E VARELA

Em diversas obras nas quais se trabalha a teoria da autopoiese ou suas ramificações, principalmente nas do próprio biólogo chileno Humberto Maturana, os autores iniciam a discussão trazendo à tona os significados de termos que se mostram essenciais para a total compreensão dos argumentos apresentados e de seus desdobramentos. Para nossa discussão, que busca compreender se há possibilidade em atribuir legitimamente o conceito de ser vivo proposto pelos autores aos seres pluricelulares, é fundamental que alguns dos conceitos centrais da teoria tenham seus significados trazidos à tona, para que todas as nossas considerações sejam bem compreendidas e livres de ambiguidades.

Além disso, ao retomarmos as definições destes termos, podemos destacar aspectos destas definições que digam respeito diretamente à questão que investigamos, permitindo que a utilização dos conceitos em nossa investigação seja plenamente compreensível. Isso ganha uma especial importância em relação à teoria da autopoiese pois vários termos são utilizados em seu contexto teórico com significados bem específicos e, muitas vezes, afastados dos significados que usualmente buscam captar em discussões teóricas da biologia. Salientamos, portanto, que ao utilizarmos conceitos definidos ao longo deste capítulo, estes deverão ser compreendidos do modo como os definimos aqui. Obviamente, realizamos aqui uma recuperação dos significados destes termos tal como apresentados em diversas obras dos teóricos da autopoiese, em especial as de autoria de Maturana e de Varela. Logo, o tratamento que estes autores deram aos termos apresentados também poderá ser uma fonte de esclarecimento de seus significados.

### 2.1. Noções epistemológicas

De acordo com Humberto Maturana, “nós não conseguimos escapar do fato de que tudo que nós dizemos, nós dizemos como *observadores*”<sup>32</sup>. Um observador, em linhas gerais e retomando a ideia que é exposta ostensivamente em diversas obras dos autores<sup>33</sup>, é um ser dotado de uma espécie de sensibilidade, ou seja, acesso a um ou mais domínios de fenômenos, e possuidor de uma linguagem, aplicada sobre tais domínios. Em geral, os seres humanos são apontados como os

---

<sup>32</sup> MATURANA, 1980, p. 46, tradução e grifos nossos.

<sup>33</sup> Cf. MATURANA; VARELA, 1998, p. 109-13; MATURANA, 1988, p. 4-5.

exemplos mais óbvios de observadores. Desde que passamos a ter consciência de nós mesmos e do mundo que nos cerca, nos vemos operando a partir da linguagem sobre as experiências que temos ao longo da nossa existência.

De acordo com Maturana, “o observador e a observação, como fenômenos biológicos, são ontologicamente primários com respeito ao objeto e ao domínio físico de existência”<sup>34</sup>. Vemos, portanto, que o mundo físico aparece apenas como um domínio de fenômenos para o observador, e que os objetos e entidades deste mundo são percebidos como fenômenos no interior deste domínio. Filhos de uma tradição fenomenológica, os autores chilenos veem-se levados a encarar o problema de definição da vida a partir de uma abordagem da *fenomenologia biológica*, ou seja, o conjunto de tudo o que podemos perceber, enquanto observadores, que constitui o âmbito do vivo. Se objetivamos produzir qualquer conhecimento acerca da vida, portanto, o passo inicial seria, na perspectiva dos biólogos chilenos, explicar de que modo abordaremos este rol de fenômenos.

O observador, contudo, não é apenas um ser passivo e sensível ao domínio físico de existência, de acordo com os autores chilenos. Ele percebe os objetos físicos pois, ele próprio, se insere neste domínio, interagindo com ele de algum modo. Possuidor de uma linguagem, ele utiliza-a como uma ferramenta, aplicando-a sobre este fluxo de fenômenos que constitui o domínio físico. A operação mais fundamental que um observador pode realizar, neste sentido, é a *operação de distinção*. Através desta, ele pode perceber entidades em seu domínio fenomenológico, e distingui-las como *unidades*, diferenciando-as do meio em que se encontram, ao qual os autores denominam *fundo*. Estes conceitos iniciais – observador, unidade, fundo, domínio de existência e operação de distinção – são bastante interconectados, de modo que achamos proveitoso tratar de todos eles em um mesmo momento, para enriquecer seus significados.

O próprio observador, ao aplicar a operação de distinção sobre si mesmo, percebe-se como uma unidade destacada de um fundo, que é o ambiente que o cerca. Deste modo é que estabelece sua própria individualidade em relação àquilo que não pertence à sua própria constituição como entidade, e diferencia a si mesmo do campo de fenômenos ao qual tem acesso, que nada mais é do que o espaço no qual ele próprio existe, o meio no qual ele, enquanto unidade discreta, se insere e do qual se diferencia.

---

<sup>34</sup> MATURANA, 1988, p. 4, tradução nossa.



Esta distinção, porém, não é apenas sensível e arbitrária, sujeita apenas à vontade deste observador. Ela é uma operação da linguagem sobre um domínio de fenômenos, identificando – e não criando, portanto – estas diferenças dadas nos fenômenos e transpondo-as em distinções em um domínio linguístico. Como destacam os autores chilenos, “o domínio físico de existência surge na linguagem como um domínio cognitivo”<sup>35</sup>, dando origem ao que doravante trataremos como *perspectiva do observador*.

Esta diferenciação entre o que é fenômeno e próprio dos objetos no domínio físico e o que é distinção linguística e, portanto, dada no domínio cognitivo de um observador, é especialmente importante para a teoria da autopoiese. Como nos alerta John Mingers, “não se deve confundir aquilo que pertence ao observador com aquilo que pertence ao observado”<sup>36</sup>. Se, por um lado, a perspectiva do observador é alimentada com conteúdo de sua experiência, por outro ela pode conter distinções puramente linguísticas, que não correspondam às operações que de fato ocorrem no domínio físico.

A chave para se evitar a armadilha de projetar no domínio físico distinções que não correspondam a operações existentes, o que conduz o observador ao engano, parece assentar-se sobre uma característica bastante peculiar do domínio físico: ele é *mecanicista*, ou seja, totalmente sujeito a uma determinação causal. Desse modo, caso as distinções realizadas por um observador em seu domínio cognitivo capturem os processos e relações causais aos quais a entidade observada está sujeita, ele evitará dar origem em sua perspectiva de observador a unidades que não são unidades propriamente ditas no domínio físico<sup>37</sup>. Na operação de distinção, segundo os autores, um observador captura “todas as coerências operacionais que tornam a distinção da unidade possível em

---

<sup>35</sup> MATURANA, 1988, p. 4, tradução nossa

<sup>36</sup> MINGERS, 1995, p. 10, tradução nossa.

<sup>37</sup> O critério apresentado para distinguir o que é próprio de um sistema do que é apenas existente nas distinções realizadas por um observador, ao se firmar sobre a noção de causalidade, será o que fará com que os autores rejeitem a noção de função, razão pela qual este conceito não aparece nas definições subsequentes envolvendo seres vivos. Nas palavras dos autores, “as noções de finalidade e função *não têm nenhum valor explicativo* no campo fenomenológico que pretendem esclarecer, porque não intervêm como fatores causais na formulação de fenômeno algum” (MATURANA; VARELA, 1998, p. 76, tradução nossa, grifos dos autores).

sua *práxis* de vida”<sup>38</sup>. Nesse sentido, a própria operação de distinção se legitima ao vincular-se aos processos causais do domínio físico.

O produto das operações de distinção, a unidade, também merece uma explicação mais rigorosa. Ao perceber uma entidade num domínio de fenômenos e ressaltá-la, diferenciando-a do meio em que se encontra, um observador traz uma unidade à existência. A unidade, por mais que seja criada a partir da percepção de um conjunto de fenômenos e em respeito às coerências operacionais e processos causais que tornam esta identificação possível, é ela própria algo novo, existente apenas no domínio cognitivo do observador. Em outras palavras, os autores chilenos reconhecem “que uma unidade existe apenas em sua distinção, na *práxis* de vida do observador, que a traz à tona” (MATURANA, 1988, p. 16, tradução nossa).

No ato de distinção, dois tipos de unidades podem surgir, de acordo com os autores: **unidades simples** e **unidades compostas**.

Uma entidade cujos componentes um observador não distingue ou não pode distinguir é uma unidade simples. Uma entidade em que um observador descreva as partes que ele chama de componentes, ao reconhece-los em referência à entidade que eles conjuntamente integram como uma unidade simples, é uma unidade composta (MATURANA, 1980, p. 47, tradução nossa, grifos do autor).

Uma unidade simples é reconhecida como um todo dotado de certas propriedades e inserido em um meio que interage com estas propriedades. Perceber um livro como um objeto único, com certas propriedades que o diferenciam de um vaso de plantas visto como um objeto diferente, é ver estas duas entidades como unidades simples, inclusive atentando para as diferentes propriedades que apresentam. Tais propriedades são percebidas pelo observador e trazidas à existência juntamente com a unidade a qual qualificam. Nas palavras dos autores, utilizando o mesmo exemplo proposto acima, “um livro tratado como um todo, sem referência a páginas, capas ou partes da encadernação como componentes, é uma unidade simples”<sup>39</sup>.

Entretanto, perceber uma mesma entidade como unidade composta é algo bem diferente. Uma unidade composta não é definida a partir de suas propriedades. No ato de distinção que trata uma entidade como

---

<sup>38</sup> MATURANA, 1988, p. 12, tradução nossa.

<sup>39</sup> MATURANA, 1980, p. 47, tradução nossa.

composta, o observador percebe seus componentes, ou seja, as partes que, operando em conjunto, fazem emergir a unidade *como um todo*. Desse modo, “não há algo como a distinção de um componente independentemente da unidade que ele integra<sup>40</sup>, nem pode uma unidade simples distinguida como complexa ser decomposta em um conjunto arbitrário de componentes”<sup>41</sup>.

Nesse sentido, uma unidade composta possui componentes dispostos de um certo modo e operando conjuntamente para dar origem à entidade da qual fazem parte. A disposição e a operação dos componentes são o que, respectivamente, chamamos de *relações* entre componentes e *processos* nos quais estes componentes participam no interior da unidade composta. As relações específicas que os componentes estabelecerão entre si, assim como os processos que eles darão origem ou aqueles nos quais participarão, são determinadas pelas propriedades destes componentes.

Uma atenção aos termos permite perceber rapidamente que, se os componentes de uma unidade possuem propriedades, eles são considerados unidades simples quando percebidos na condição de componentes. Retomando o exemplo do livro, caso o percebamos como uma unidade composta, estabeleceremos as partes que, em conjunto, o compõem como um todo, uma entidade única: suas folhas, capa, marca-páginas e seja o que for que mantém estas partes unidas. Desse modo, podemos indicar quais são os componentes deste livro, quais as propriedades que apresentam, o modo como estão topologicamente dispostos e o tipo de processos que eles se inserem em relação à unidade do livro como um todo.

Nesse exercício, consideramos as próprias páginas, por exemplo, como unidades simples dotadas de certas propriedades (e não como unidade compostas de fibras de papel, letras escritas com tinta ou o que for). É sua maleabilidade, como propriedade, que lhe permite ser dobrada e virada. É sua cor que faz com que a leitura seja possível. É sua susceptibilidade à cola que, em alguns casos, permite que ela fique unida às demais páginas. Estas propriedades determinam o modo como as páginas irão operar e relacionar-se com outros componentes do livro,

---

<sup>40</sup> Ou seja, nada considerado em si mesmo é *componente*, pois esta denominação envolve necessariamente uma relação mereológica entre componente e sistema, parte e todo. Algo que configure uma parte pode, porém, ser distinguido em outro momento, por outra operação, como uma unidade em si mesma, considerando suas propriedades ou estrutura própria.

<sup>41</sup> MATURANA, 1988, p. 13, tradução nossa.

assim como as propriedades de cada um dos outros componentes determinarão as relações e processos nos quais estes outros componentes serão inseridos.

Podemos, portanto, identificar nestas propriedades um conjunto de *possibilidades de materialização* da unidade, seus estados possíveis. Toda unidade pode variar seu modo de ser dentro de certos limites, sem perder sua identidade, sofrendo modificações, e um conjunto destas modificações podem ocorrer sem que a unidade se desfaça. Em uma unidade simples, as propriedades são o que define quais modificações da unidade levam à sua desintegração e quais são apenas modos diferentes de existência com permanência da identidade<sup>42</sup>. Agora, porém, cabe uma investigação de o que, nas unidades complexas, exerce este mesmo papel. O passo lógico subsequente consiste em investigar a explicação dada pelos chilenos para este dilema de manutenção da identidade com variação dos modos de existir ou de exercer esta identidade.

Os teóricos da autopoiese chamam o conjunto de todos os componentes de uma unidade composta dada, juntamente às relações entre eles e aos processos nos quais se inserem no interior desta unidade, de *estrutura* desta unidade composta. A estrutura é o conjunto atual de componentes e processos internos de uma unidade em particular. Logo, cada unidade possuirá uma estrutura única. Mesmo que duas unidades sejam aparentemente idênticas, como dois livros produzidos em série e indistinguíveis entre si por um observador, cada uma delas possuirá componentes específicos que a integram em um dado momento e não integram a outra unidade.

Quando estamos falando de unidades dadas em um domínio de existência físico, podemos dizer que estas unidades são *estruturalmente determinadas*. Isso quer dizer que as relações e os processos que compõem a estrutura de uma unidade composta são determinantes em relação aos estados de coisa que a unidade pode assumir e às transformações que ela pode sofrer. Modificações nos componentes, através da própria dinâmica funcional da unidade, repercutem em modificações na unidade como um todo e, ao contrário, modificações da unidade não podem ocorrer sem que haja modificações das partes. Neste

---

<sup>42</sup> Não nos estenderemos no debate sobre o que constitui a identidade. Porém os autores chilenos parecem alinhar-se com a ideia secular que remonta a Leibniz, associando a discussão acerca da identidade da unidade e de sua diferenciação em relação ao meio com a manifestação de certas propriedades pela unidade e pelo meio, que percebemos como diferentes, estabelecendo aí, pois, uma diferença entre unidade e meio.

sentido, junto a Jorge Mpodozis, Maturana afirma que “a estrutura de um sistema determinado estruturalmente determina tudo o que lhe acontece, tanto em suas transformações internas como no que admite em uma interação”<sup>43</sup>.

Alguns dos processos e relações “constituem uma unidade composta como uma unidade de um *tipo particular*”<sup>44</sup>, sendo agrupados pelo nome de *organização do sistema*. A organização é um subconjunto da estrutura de uma unidade dada, um grupo de relações e processos que “devem permanecer invariantes em uma unidade composta para que esta não mude sua *identidade de classe* e torne-se outra coisa”<sup>45</sup>. O *tipo particular* ou *identidade de classe*, expressos acima, são expressões usadas pelos autores chilenos para designar o pertencimento daquela unidade a um conjunto de entidades distintas em estrutura, mas que possuem algo em comum. Este *algo em comum* nada mais é do que um conjunto de processos e relações entre componentes, ou seja, a organização destes sistemas.

A organização, como expresso acima, deve manter-se invariante para que a unidade não se desintegre. Enquanto a organização for preservada, as demais relações e processos que figuram no interior da estrutura do sistema podem se alterar livremente sem ocasionar a desintegração do sistema. Contudo, se em algum momento este subconjunto for modificado, o sistema perde sua unidade e deixa de configurar um todo, tornando-se algo diferente (em alguns casos manifestamente diferente, inclusive no campo fenomenológico percebido por um observador).

Entretanto, se uma mesma entidade pode ser distinguida como unidade composta ou como unidade simples, em um caso possuindo propriedades e em outro apresentando componentes relacionados entre si, como conciliar estas duas realidades de um mesmo ente? Isso se torna possível na medida em que a operação dos componentes e o modo como estruturam uma determinada unidade composta são apenas uma expressão, em um domínio fenomenológico diferente, do operar das propriedades desta mesma entidade quando considerada como unidade simples. É a partir da organização que podemos compreender melhor esta conciliação.

---

<sup>43</sup> MATURANA, MPODOZIS, 1992, p. 44, tradução nossa.

<sup>44</sup> MATURANA, 1980, p. 48, tradução e grifos nossos.

<sup>45</sup> MATURANA, 1980, p. 48, tradução e grifos nossos.

Na verdade, operacionalmente, uma unidade composta poderia apenas interagir [com outras unidades] através da operação das propriedades de seus componentes. Mas, como os componentes são definidos com respeito à unidade simples que eles integram, as propriedades atribuídas à unidade composta em sua distinção como unidade simples são vistas pelo observador como realizadas através das propriedades dos componentes que ele distingue nela (MATURANA, 1980, p. 60-1, tradução nossa).

Ou seja, cada um dos componentes de uma unidade composta, que são por sua vez distinguidos como unidades simples, possui um conjunto de propriedades que determinam os processos nos quais podem operar e as relações que podem estabelecer com outras entidades que, no mesmo domínio de existência, aparecem como unidades simples. Um conjunto destes processos e relações constituirá na organização do sistema e esta, por sua vez, determinará os estados possíveis que este sistema *como um todo* poderá assumir.

Podemos dizer, então, que a organização de uma entidade distinguida como unidade composta a caracteriza do mesmo modo que, quando distinguida como unidade simples, as propriedades desta mesma entidade a qualificam. Em outras palavras, um observador pode perceber uma mesma entidade em diferentes domínios fenomenológicos, considerando-a hora como unidade simples interagindo com o meio a partir de suas propriedades, hora como unidade complexa, interagindo com o meio a partir de sua estrutura e das propriedades de seus componentes.

## 2.2. A organização do vivo

Para Maturana, Varela e outros teóricos que aceitam os pressupostos básicos da teoria da autopoiese, todos os seres vivos são sistemas que realizam uma mesma organização, que é chamada por estes autores de **organização autopoietica**, termo sobre o qual nos deteremos em detalhe adiante. As diferenças entre seres vivos particulares são devidas ao modo de materialização desta organização comum a todo ser vivo em cada unidade individual. Ou seja, as particularidades concernentes a cada indivíduo vivo específico refletirão as inúmeras possibilidades de estruturas que podem realizar uma organização autopoietica. Como apenas a organização deve se manter constante para

que a unidade não se desintegre, inúmeras estruturas que realizem uma mesma organização autopoietica são possíveis.

Chegamos, então, ao conceito central desta teoria que, não ao acaso, é conhecida como *teoria da autopoiese*. Autopoiese é um termo cunhado por Humberto Maturana e Francisco Varela, em meados da década de 60, para caracterizar a organização específica que possuiriam os sistemas vivos<sup>46</sup>. Embora tenha sido reinterpretado, resumido e modificado ao longo da história, por diversos autores em inúmeros âmbitos da discussão acadêmica, moldando teorias na área do direito e nas ciências sociais, por exemplo<sup>47</sup>, tentaremos resgatar o sentido que os autores chilenos buscam captar em suas explanações no contexto da biologia, em especial em suas primeiras obras.

Maturana, ao mencionar uma *rede de processos e relações* entre diferentes classes de moléculas que compõem os seres vivos, afirma que *autopoiese é*

esta rede de produções de componentes, que resulta fechada sobre si mesma porque os componentes que produz a constituem ao gerar as mesmas dinâmicas de produções que os produziram, e ao determinar sua extensão como um ente circunscrito através do qual há um contínuo fluxo de elementos que se tornam e deixam de ser componentes na medida em que participam ou deixam de participar dessa rede (MATURANA, p. 15, tradução nossa).

Disso depreendemos algumas afirmações cruciais para entendermos o que significa e qual a importância deste conceito para a teoria. Autopoiese é a organização de todos os sistemas vivos. Como apontamos anteriormente, a organização é um subconjunto de processos e relações de uma estrutura dada em uma unidade qualquer, e estes processos serão gerados a partir da operação e interação entre as propriedades das unidades simples que constituem os componentes. Além disso, autopoiese é uma rede de processos de produção, transformação e destruição de componentes que, recursivamente, integrarão esta mesma rede.

Neste sentido, quando dizemos que os sistemas vivos possuem uma organização autopoietica, estamos dizendo que o que os define como unidade e determina os limites de sua identidade é uma rede de processos

---

<sup>46</sup> Cf. MATURANA; VARELA, 1998, p. 67-74.

<sup>47</sup> Cf. LUHMANN, 2007; MATURANA, 1985, TEUBNER, 1989.

de produção que, em algum momento, torna-se circular. Esta circularidade consiste no fato de que os componentes que dão origem a esta organização “se regeneram continuamente e integram a rede de transformações que os produziu”<sup>48</sup>. Em outras palavras, os processos de produção geram unidades que darão origem a outros processos desta mesma cadeia. O efeito da cadeia de produção será também sua causa, mantendo a rede de produção constantemente em operação, mesmo que os componentes efetivos que a geram modifiquem-se ao longo do tempo.

Contudo, os autores chilenos salientam diversas vezes que “a definição de autopoiese define o esquema geral da vida sem fazer referência alguma à estrutura dos componentes”<sup>49</sup>, não havendo, portanto, uma rigidez excessiva quanto a quais componentes deverão ser gerados. Há, sim, uma necessidade de que as unidades geradas por tais processos de produção sejam dotadas de certas propriedades que, em interação com a estrutura do sistema, possam dar origem a estes mesmos processos. Em outras palavras, é necessário que os componentes produzidos possuam uma determinada organização ou um certo conjunto mínimo de propriedades que possibilitem sua participação recursiva no sistema, podendo apresentar quaisquer outras propriedades além destas, o que possibilita que diferentes componentes satisfaçam as condições necessárias para manutenção de uma mesma organização.

Qualquer unidade perde sua integridade e sua identidade de classe ao cessarem os processos e relações que constituem sua organização, incluindo, mas não se limitando, aos sistemas vivos. O que diferencia uma unidade autopoietica das unidades de outros tipos é o fato de ser um sistema cuja organização é homeostática: o resultado das operações internas que constituem sua organização é a regeneração das condições necessárias para o surgimento cíclico destas mesmas operações, por exemplo, a constante criação de componentes com as propriedades específicas necessárias para o surgimento de tais processos. Não somente a unidade mantém sua integridade enquanto possuir determinada organização, mas a própria organização opera no sentido de manter-se, compensando perturbações do ambiente.

Podemos ver, portanto, que os componentes efetivos de uma unidade autopoietica podem ser modificados com o tempo, mas tal modificação é determinada pela organização de modo que os componentes produzidos continuem apresentando propriedades que possibilitem a manutenção da organização autopoietica. O constante

---

<sup>48</sup> VARELA, 2000, p. 30, tradução nossa.

<sup>49</sup> VARELA, 2000, p. 32, tradução nossa.



fluxo de matéria que constitui os componentes, assim como os diferentes subprodutos da operação do sistema, portanto, são exemplos de mudanças estruturais que uma unidade autopoietica pode sofrer sem perder sua integridade física.

Uma questão complexa que surge neste ponto é acerca da relação que pode ser estabelecida entre autopoiese e vida. Por hora, adotaremos o que dizem os autores chilenos já no início de uma de suas primeiras obras: “que um ser vivo é de fato um sistema autopoietico molecular, e que *a condição molecular é parte de sua definição porque determina o domínio relacional no qual existe como unidade composta*”<sup>50</sup>. Investigaremos mais a fundo esta relação nas seções posteriores deste trabalho, pois a consideramos como central para a discussão que propomos. Por hora, trabalharemos com a noção de que, por um lado, sistemas autopoieticos podem se dar em diversos domínios de existência, porém, por outro, apenas aqueles cujos componentes são *moléculas* podem ser considerados seres vivos.

Se mesmo no texto dos autores chilenos aparece tal definição aparentemente livre de ambiguidades, à primeira vista pode parecer que não há debate a se realizar a este respeito. Porém, em diversos dos escritos de Maturana e de Varela há trechos que caracterizam a questão acerca dos seres pluricelulares como um ponto de disputa, uma questão não resolvida que requereria futuras investigações<sup>51</sup>, o que também é indicado por alguns outros pesquisadores, como John Mingers<sup>52</sup> e Marco Alves<sup>53</sup>. Por mais que a definição de ser vivo pareça estar clara e oferecer critérios indiscutíveis para se identificar seres vivos, a discussão torna-se muito complexa na medida em que se sustenta sobre diversos termos com significados bastante específicos no interior da teoria da autopoiese.

### 2.3. Fenomenologia biológica

Estabelecer a definição de vida a partir de um conjunto de processos é algo relativamente inovador na abordagem dos biólogos chilenos. A tradição das ciências biológicas possui alguns modos de tentar delinear o que caracteriza especificamente os seres vivos, sendo o caminho mais comum o de listar propriedades que sistemas que consideramos vivos geralmente compartilham. Seja através de uma lista

---

<sup>50</sup> MATURANA; VARELA, 1998, p. 15, tradução e grifos nossos.

<sup>51</sup> Cf. MATURANA, 1980, p. 53; MATURANA, VARELA, 2003, p. 59.

<sup>52</sup> Cf. MINGERS, 1995, p. 43

<sup>53</sup> Cf. ALVES, 2001, p. 39

ostensiva de propriedades apontadas como necessárias e suficientes a serem buscadas nas unidades vivas ou na forma de um “*aglomerado homeostático de propriedades*”<sup>54</sup>, com o que trabalha Antonio Dieguez, esta abordagem acaba apresentando alguns problemas. Segundo Maturana, autores como estes buscavam “enumerar as propriedades ou características dos seres vivos em uma lista que resultava necessariamente interminável na falta de caracterização independente do vivo que permitisse dizer quando a lista estava completa”<sup>55</sup>.

Contudo, a noção de um *aglomerado homeostático de propriedades* não é de todo incompatível com a teoria dos biólogos chilenos. De fato, se pensarmos em um sistema cuja organização é autopoietica e, portanto, mantida dentro de um espectro limitado de estados possíveis, disso podemos deduzir que as propriedades apresentadas por este sistema seriam, também, mantidas homeostaticamente. Como o próprio autor espanhol supracitado dá a entender em seu artigo, as propriedades que formariam este aglomerado seriam homeostáticas pois tenderiam a surgir concomitantemente como fenômenos biológicos em razão de “mecanismos causais subjacentes”<sup>56</sup>, mecanismos estes que poderiam ser buscados empiricamente, segundo o autor. Se pensarmos que a estrutura de uma unidade autopoietica é mantida dentro de certos limites em razão de sua organização e que dela é que se derivam as propriedades da unidade como um todo, podemos dizer que as unidades autopoieticas serão, quando distinguidas como unidades simples, *conglomerados homeostáticos de propriedades*.

Vale apontar, porém, que a abordagem de Dieguez não é acerca dos indivíduos vivos, mas sim dos seres vivos como um *grupo* de seres. Isto porque estas propriedades seriam variantes quando consideradas as diversas unidades vivas em uma escala evolutiva: a abordagem “não exige que qualquer propriedade seja encontrada em todos os seres vivos e apenas neles (não exige uma essência vital), e permite que as características da vida mudem, uma vez que um AHP [Aglomerado Homeostático de Propriedades] pode conservar sua identidade através das mudanças”<sup>57</sup>. A variação destas propriedades não é, portanto, relativa à unidade viva, mas sim à totalidade dos seres vivos, ou mesmo ao próprio conceito de **vida**. O esforço realizado acima, de estabelecimento de um paralelo entre as teorias, trata-se, portanto, de uma mera analogia,

---

<sup>54</sup> No original, *homeostatic property cluster*.

<sup>55</sup> Maturana; 1998, p. 11.

<sup>56</sup> Dieguez, 2013, p. 184, tradução nossa.

<sup>57</sup> Dieguez, 2013, p. 184, tradução nossa.

utilizando a noção de um aglomerado homeostático de propriedades para pensar a unidade viva, e não a vida em si ou o ser vivo em geral<sup>58</sup>.

Entretanto, não é apenas de modo análogo que podemos aproximar a teoria dos biólogos chilenos à proposta de Dieguez: há de fato algumas propriedades e processos que surgem com frequência em diversas unidades vivas ao longo do tempo. Isso porque, segundo Maturana e Varela, como vimos, as propriedades de uma unidade quando distinguida como unidade simples são dadas a partir da *estrutura* desta entidade quando considerada como unidade composta, da qual a organização nada mais é do que um subconjunto. Como todo sistema vivo, de acordo a teoria dos autores chilenos, possui uma organização autopoietica, os processos que integram a organização destas unidades serão recorrentes nas unidades vivas, fazendo com que certas propriedades, que sejam expressão desta organização, também sejam recorrentes nas unidades vivas.

O conjunto dos fenômenos que surgem ligados ao operar da organização autopoietica das unidades vivas é denominado pelos autores de *fenomenologia biológica*<sup>59</sup>. Tais propriedades ou processos, longe de serem necessários para definir a vida ou os seres vivos, adquirem um caráter secundário uma vez que, para os autores, todo este conjunto de fenômenos é subordinado e originado de um mecanismo único, simples e comum a todos os seres vivos: a autopoiese. Nas palavras dos biólogos chilenos, “a *autopoiese*, ou constitui todos os fenômenos biológicos, ou bem é necessária e suficiente para que se produzam, se as devidas condições não determinantes estão dadas”<sup>60</sup>. Ou ainda,

[...] dizer que um sistema é determinístico é dizer que todas as suas mudanças são mudanças estruturais que surgem nele através da operação das propriedades de seus componentes nas interações que estes realizam em sua composição, e não

---

<sup>58</sup> Poderíamos dizer que autores como Dieguez estão utilizando uma abordagem mais ligada à biologia evolutiva, enquanto que Maturana, Varela e autores afins ligam-se mais intimamente a uma abordagem de biologia funcional. A comparação é analógica, portanto, pelo fato de que o mesmo conceito, de *conglomerado homeostático de propriedades*, está sendo abordado por duas perspectivas diferentes das questões biológicas (cf. MAYR, 1998; CAPONI, 2004).

<sup>59</sup> MATURANA; MPODOZIS, 1992.

<sup>60</sup> MATURANA; VARELA, 1998, p. 79, tradução nossa, grifos do autor.

através de processos instrutivos nos quais um agente externo especifica o que acontece com ele<sup>61</sup>.

Percebemos a partir dos trechos acima que uma segunda característica ganha destaque ao discutirmos a fenomenologia biológica, a saber, que as condições externas à unidade não são determinantes em relação a ela. Isto é, segundo a teoria da autopoiese, seres vivos são unidades dotadas de *fechamento operacional*, ou seja, todas as mudanças estruturais que sofrem são determinadas por sua organização autopoietica, que reage a perturbações do meio de modo a compensá-las e, assim, evitar sua própria desintegração. Desse modo, mesmo que a unidade esteja em constante contato com o meio circundante, inclusive trocando matéria e energia com este meio externo, seus processos internos são todos subordinados à sua organização autopoietica e originados a partir dela.

Nesta perspectiva, normalmente diz-se que os seres vivos são sistemas abertos em relação à matéria e energia, as quais frequentemente passam a fazer parte ou deixam de fazer parte do sistema conforme integram sua organização autopoietica ou desligam-se desta rede de processos. Porém, são sistemas fechados quanto à sua organização<sup>62</sup>: Variações no ambiente podem causar apenas perturbações neste sistema, fazendo-o passar por mudanças estruturais variadas como reação a estas perturbações<sup>63</sup>, mas apenas condicionam o operar de sua organização, jamais o determinam.

Este fechamento operacional unido à abertura do sistema quanto à matéria e à energia que o compõem faz com que sua organização autopoietica se mantenha intacta ao longo da interação com o ambiente, sempre tendo acesso a material para a realização de seus processos de produção dos componentes especificamente necessários para a manutenção organizacional. Enquanto manter-se *adaptado* ao meio no qual se encontra, ou seja, enquanto suas interações com o meio não forem destrutivas, interrompendo a rede de processos que constitui sua autopoiese, o sistema permanecerá vivo e operante.

---

<sup>61</sup> MATURANA, 1988, p. 17.

<sup>62</sup> Cf. MATURANA; VARELA, 1998, p. 84.

<sup>63</sup> De acordo com Maturana, “a estrutura de uma unidade composta pode mudar sem perder sua identidade de classe se a configuração de relações que constitui sua organização é conservada ao longo das mudanças estruturais” (MATURANA, 1988, p. 14).

Como salientamos anteriormente, esta definição mostra-se muito eficaz para pensarmos seres unicelulares. “É aparente que nosso conhecimento atual da química celular indica que todos os processos metabólicos celulares constituem uma rede de produções (metabolismo e anabolismo) integradas em uma maneira que faz da célula uma unidade autopoietica” (MATURANA, 1980, p. 53). Porém, a questão torna-se complexa quando ampliamos os horizontes de investigação para tentarmos definirmos um outro tipo de sistema, a saber, os seres *metacelulares*.

Um sistema metacelular, em linhas gerais, é um sistema que pode ser distinguido como uma unidade composta cujos componentes são células, unidades autopoieticas moleculares. Estas unidades surgem quando ocorre o chamado *acoplamento estrutural* entre duas ou mais unidades autopoieticas. Este processo pode ser melhor compreendido quando pensamos que a célula, enquanto uma unidade determinada estruturalmente, é um sistema causalmente fechado, tendo o ambiente ao seu redor apenas como parte do meio, incluindo outras unidades autopoieticas. Quando duas células interagem, portanto, para cada uma delas a outra será “apenas uma fonte a mais de interações, indistinguíveis como tais daquelas que nós, como observadores, classificamos como provenientes do meio ‘inerte’ [...] que verá segundo sua estrutura”<sup>64</sup>.

Isto significa que duas (ou mais) unidades autopoieticas podem encontrar-se acopladas em sua ontogenia quando suas interações adquirem um caráter *recorrente* ou muito estável. Isto é necessário ser bem entendido. Toda ontogenia<sup>65</sup> se dá dentro de um meio que, nós como observadores, podemos por sua vez descrever como tendo uma estrutura particular, tal como radiação, velocidade, densidade, etc. Como também descrevemos a unidade autopoietica como tendo uma estrutura particular, nos resultará aparente que as interações, enquanto sejam recorrentes entre unidade e meio, constituirão perturbações recíprocas. Nestas interações a estrutura do meio apenas desencadeia

---

<sup>64</sup> MATURANA; VARELA, 2003, p. 49, tradução nossa.

<sup>65</sup> Ontogenia é a história de transformações que um ser vivo sofre ao longo do curso de sua existência. Para os autores, “a ontogenia ocorre como uma deriva estrutural com conservação de organização e estrutura” (MATURANA, MPODOZIS, 1992, p. 47).

as mudanças estruturais das unidades autopoieticas (não determina nem instrui) e vice-versa para o meio. O resultado será uma história de mútuas transformações estruturais concordantes enquanto não se desintegram: haverá *acoplamento estrutural*.<sup>66</sup>

Portanto, quando duas unidades autopoieticas interagem de modo que o operar da estrutura de uma desencadeia modificações na estrutura da outra sem que ela perca sua organização e se desintegre, e vice-versa, pode-se dizer que estas duas unidades estarão em acoplamento estrutural. Em alguns casos, suas ontogenias particulares estarão conectadas de tal modo que a cisão deste acoplamento poderá levar a uma modificação tão drástica no meio que seja uma perturbação destrutiva, podendo levar à desintegração de uma destas unidades ou de ambas. Podemos dizer, portanto, que um ser *metacelular* é um sistema no qual as unidades que o compõem mantêm entre si relações de acoplamento estrutural, tendo sua adaptação ao meio conservada através da interação mútua<sup>67</sup>.

Os autores chilenos, acerca dos metacelulares, parecem sugerir que alguns destes sistemas sejam autopoieticos, chamados por eles de *sistemas autopoieticos de segunda ordem*, enquanto outros seriam simplesmente compostos por sistemas autopoieticos, mas não apresentariam este tipo de organização por sua própria conta. Embora alguns esforços sejam desenvolvidos ao longo de algumas das obras dos autores, esta questão permaneceu intocada pela grande parte dos demais estudiosos da teoria da autopoiese, que apenas parecem assumir que o modelo proposto pelos chilenos para abarcar os seres vivos contempla os seres pluricelulares. Por outro lado, mesmo nas obras de Maturana e de Varela, o modo como os autores abordam o tema é apenas mostrando sugestões ou suposições de como lidar com esta questão<sup>68</sup>.

O que intentamos neste trabalho é, pois, esclarecer esta questão, estabelecendo algumas bases para uma resposta à pergunta: Podem os seres pluricelulares serem sistemas autopoieticos moleculares? A tentativa mais completa de resposta que se encontra na literatura vem de um artigo do próprio Humberto Maturana<sup>69</sup>, que propõe que a autopoiese dos sistemas pluricelulares poderia existir através de *intersecções estruturais* entre os sistemas autopoieticos de primeira e de segunda

---

<sup>66</sup> MATURANA; VARELA, 2003, p. 50, tradução nossa, grifos dos autores.

<sup>67</sup> Cf. MATURANA; VARELA, 2003, p. 50.

<sup>68</sup> Cf. MATURANA; VARELA, 2003, p. 59; MATURANA, 1980, p. 53.

<sup>69</sup> MATURANA, 1988, p. 26-8.

ordem, com uma espécie de realização do sistema pluricelular através da autopoiese das células que o constituiriam.

Mesmo que esta abordagem seja bastante rica e ofereça uma alternativa para a consideração dos sistemas pluricelulares à luz da teoria da autopoiese, acreditamos poder realizar algumas contribuições a esta discussão através de uma análise mais cuidadosa da abordagem ontológica que subjaz a teoria da autopoiese ao longo das diversas obras nas quais ela foi explorada.

O modo como acreditamos que a consideração dos seres pluricelulares neste contexto teórico seja mais efetiva é através do exame de três aspectos concernentes à definição de ser vivo. Como dissemos, os seres vivos são caracterizados pelos biólogos chilenos como *sistemas autopoieticos moleculares*. Os conceitos que compõem esta definição são, como buscamos explicitar ao longo deste capítulo, carregados de significado. Quando estabelecemos esta definição para os seres vivos, estamos especificando quais são os *componentes* de um ser vivo quando considerado como unidade composta (moléculas), qual o domínio fenomenológico no qual esta unidade é distinguida (o domínio molecular) e qual a organização que identifica esta unidade como pertencente a uma classe determinada, a saber, a dos seres vivos (a organização autopoietica).

Desse modo, quando os autores sugerem que os seres vivos sejam considerados como *sistemas autopoieticos moleculares*, basicamente estão especificando as condições operacionais para que um dado sistema realize uma fenomenologia biológica, condições estas que servirão como coerências operacionais captadas pelo observador em um ato de distinção e condicionadoras do estabelecimento da unidade. Desse modo, quando buscamos determinar se uma dada entidade é um ser vivo, na perspectiva de Maturana e Varela, devemos realizar uma operação de distinção no domínio fenomenológico molecular, buscando um conjunto de moléculas que constituam entre si uma rede de processos de produção de caráter autopoietico.

Convém salientar que estes três elementos apontados na definição de ser vivo são igualmente relevantes para a consideração destas unidades. Para os autores chilenos, caso se atente rigorosamente às suas definições, uma organização autopoietica pode estabelecer-se apenas em um sistema cujos componentes sejam moléculas<sup>70</sup>. Logo, é necessário que a estrutura do organismo seja distinguida no domínio molecular. Por outro

---

<sup>70</sup> MATURANA, 2002, p. 8; VARELA, 2000, p. 36.

lado, nem todo sistema molecular é um ser vivo, uma vez que a realização de uma organização autopoietica também é apontada como necessária para se considerar um sistema como vivo.

Desse modo, cabe agora uma consideração destes dois aspectos dos sistemas pluricelulares, a saber, acerca do domínio fenomenológico em que existem como unidades compostas e no qual seus componentes existem como unidades simples, e de sua organização. Uma vez estabelecido se sistemas pluricelulares podem ser distinguidos no domínio molecular e, caso possam, se apresentam neste ato de distinção uma organização autopoietica, será oportuno comparar as considerações que surgirem com os critérios que apresentamos anteriormente para estabelecer se a definição sustentada pelos autores da teoria da autopoiese contempla adequadamente os seres pluricelulares.

#### **2.4. Pluricelularidade sob a ótica do observador**

A fim de dissertarmos sobre o modo como podemos compreender os sistemas pluricelulares à luz da teoria da autopoiese, precisamos, como mostramos neste capítulo, mantermo-nos atentos à noção de que toda teorização é realizada por um observador, acerca dos campos de fenômenos aos quais tem acesso e nos quais é capaz de distinguir unidades. Portanto, considerações acerca destas unidades e da determinação se são ou não seres vivos de acordo com a definição apresentada pelos autores chilenos são juízos que devemos realizar tendo em vista que as definições apelam a este tratamento fenomenológico da realidade.

Uma vez que o observador apenas pode conhecer aquilo que existe nos domínios fenomenológicos aos quais tem acesso, o conhecimento acerca dos sistemas pluricelulares está condicionado aos domínios que estes sistemas compartilham consigo<sup>71</sup>. Em seu domínio de descrições<sup>72</sup>, e apenas nele, podem ser estabelecidas relações de complementariedade entre múltiplos domínios fenomenológicos distintos, relações estas inexistentes entre os domínios mesmos, através da identificação de uma reciprocidade em relação a suas *condições de existência*. Desse modo, se a desintegração de um sistema coincidir na desintegração de outro, e vice-versa, os sistemas compartilharão condições de existência, mesmo em

---

<sup>71</sup> Acerca de como a percepção é descrita como interação entre o observador, enquanto unidade, e seu próprio meio, cf. MATURANA, 1980, p. 49-51.

<sup>72</sup> Ou seja, na perspectiva do observador.



domínios distintos, e serão comumente descritos pelo observador como uma mesma entidade<sup>73</sup>.

Este é o primeiro ponto que ressaltamos pois ele mostra que, para os autores, ainda há a possibilidade de compreendermos unidades em diferentes níveis como expressões de uma mesma entidade. Fora do domínio de descrições, porém, os autores defendem que uma unidade composta qualquer pode ser percebida em, no máximo, dois domínios distintos, “o domínio fenomenológico constituído através da operação de suas propriedades como uma unidade simples, e o domínio fenomenológico constituído através da operação das propriedades dos seus componentes, onde a composição surge”<sup>74</sup>.

Quando pensamos em um sistema pluricelular, em geral nosso primeiro impulso é pensa-lo como um sistema composto de células ou órgãos integrados de algum modo. Para compreendermos se eles podem ser exemplares de fato da categoria de seres vivos de acordo com a definição estrita dos biólogos chilenos, porém, torna-se necessário pensá-los enquanto sistemas moleculares. Nós nos aproximamos, neste esforço teórico, da perspectiva esboçada por Maturana um breve artigo no qual relaciona a autopoiese com a fenomenologia biológica em geral. Segundo ele,

se todos os sistemas multicelulares são ou não são sistemas autopoieticos eles próprios, é em alguma medida uma questão em aberto. [...] Em outras palavras, eu penso que há sistemas vivos que são sistemas autopoieticos de maior ordem cujos componentes são entidades moleculares produzidas através da autopoiese de unidades autopoieticas de menor ordem<sup>75</sup>.

Nos parece haver dois problemas neste trecho, relacionados à falta de clareza. Em primeiro lugar, surge uma confusão a respeito do que Maturana quer dizer quando se refere a sistemas de *maior ordem* ou de *menor ordem*. Em segundo lugar, advogamos que, possuindo um sistema autopoietico clausura operacional e sendo definido através da capacidade de manutenção de sua própria organização através desta mesma organização, seria um contrassenso pensar que o sistema pluricelular tivesse seus componentes produzidos por outros sistemas; isto equivaleria

---

<sup>73</sup> MATURANA, 1988, p. 24.

<sup>74</sup> MATURANA, 1988, p. 18.

<sup>75</sup> MATURANA, 1980, p. 53, tradução nossa.

a dizer que ele se define por uma rede cíclica e interna de produção de componentes, mas depende de outro sistema para que seus componentes sejam produzidos.

*Nível de ordem* é um termo utilizado pelos autores chilenos em várias obras que, contudo, carece de uma explicação rigorosa. No máximo, é apresentada uma noção vaga que parece sugerir uma relação entre sistemas de ordem superior e sistemas de ordem inferior com base em relações de dependência: sistemas autopoieticos de segunda ordem, para existirem, precisam que os sistemas autopoieticos de primeira ordem continuem existindo. Em outros contextos, porém, níveis de ordem parecem relacionar-se a diferentes domínios de existência:

Eu chamo de sistemas autopoieticos de segunda ordem sistemas cuja autopoiese é o resultado de eles serem compostos de unidades autopoieticas mais básicas; organismos como sistemas pluricelulares são assim. Ademais, organismos podem também “ser”, e eu penso que em sua maioria de fato são, sistemas autopoieticos de primeira ordem, como redes fechadas de produção molecular, que envolvem processos tanto intercelulares quanto intracelulares. Desse modo, um organismo existiria como tal na intersecção estrutural de um sistema autopoietico de primeira ordem com um de segunda ordem, ambos realizados através da autopoiese das células que compõem o último. [...] Os sistemas autopoieticos de primeira e segunda ordem que intersectam estruturalmente na realização de um organismo existem em diferentes domínios fenomenológicos não-intersectáveis<sup>76</sup>.

Este trecho exemplifica com precisão a complexidade do tratamento dado por Maturana à noção de níveis de ordem, a fim de manter-se firme às suas convicções epistemológicas. Primeiro se diz que um organismo existe *na intersecção estrutural* de uma unidade de primeira e uma de segunda ordem e, logo em seguida, afirma-se que estas unidades pertencem a domínios fenomenológicos distintos não-intersectáveis, do que decorre que a estrutura de um organismo pluricelular e a das células que se poderia dizer que estão em seu fundamento, se dão em domínios distintos, não podendo, portanto,

---

<sup>76</sup> MATURANA, 1988, p. 28, tradução nossa.

compartilhar quaisquer componentes ou processos que possam ser identificados como intersecção entre ambas.

Este aparente paradoxo, contudo, pode ser pensado do seguinte modo. Unidades identificadas em diferentes domínios fenomenológicos por um observador, que, porém, compartilhem condições de existência, como definidas anteriormente, podem ser relacionadas entre si em seu domínio de descrições. O organismo não existe em um domínio interseccional como se este fosse uma dimensão paralela entre dois universos separados. O organismo é visto pelo observador como uma única entidade, que pode ser analisada em diferentes domínios fenomenológicos, não intersectáveis, e apresentar diferentes propriedades conforme for distinguido como unidade simples nestes domínios, ou diferentes estruturas e organização, caso a operação de distinção o estabeleça como unidade complexa.

[...] sistemas estruturalmente intersectados são estruturalmente interdependentes pois, seja pela intersecção de seus domínios de determinismo estrutural, ou através da intersecção do domínio de determinismo estrutural de seus componentes, ou através de ambos, eles afetam as estruturas um do outro no curso de suas mudanças estruturais geradas independentemente e, embora eles possam existir como unidades compostas em diferentes domínios, suas derivas ontogênicas intersectam, formando uma rede de derivas *coontogênicas* [coontogenic]<sup>77</sup>.

Esta maleabilidade da distinção do sistema pluricelular como unidade leva à possibilidade de ser estabelecido pelo observador nos mais diversos domínios em que puder ser percebido, todos unidos a partir, como vimos, da perspectiva do próprio observador. Uma das operações de distinção possíveis é, seguindo a própria intuição a que Maturana alude em suas obras, que o sistema pluricelular seja distinguido como um sistema autopoietico de primeira ordem, ou seja, distinguido no domínio molecular, tal como podemos distinguir as próprias células.

---

<sup>77</sup> MATURANA, 1988, p. 25.

## 2.5. Sistemas pluricelulares como máquinas autopoieticas moleculares

Neste sentido, diferentemente do que apontam os autores chilenos, não mais as células serão seus componentes. No domínio molecular, o sistema pluricelular apenas por analogia mantém sua nomenclatura, uma vez que seus componentes serão, também, moléculas. Para que esta abordagem faça sentido, devemos manter em mente que as moléculas só adquirem o status de *componentes* na medida em que são identificadas como tais por um observador, que as perceba como participante dos processos e relações que compõem a estrutura de uma dada unidade composta. Logo, não há paradoxo em dizer que os componentes de um sistema pluricelular são as mesmas moléculas que participam, em outra operação de distinção, da estrutura das células.

Há, neste caso, não uma intersecção, como parecem querer os autores chilenos, mas sim uma *superposição* de sistemas. O sistema celular, operando como unidade discreta, manterá uma relação de todo-parte com as moléculas que passam a realizar os processos que constituem sua organização autopoietica. Contudo, dada outra operação de distinção, que traga à tona como unidade composta o próprio sistema pluricelular, as mesmas moléculas anteriormente mencionadas serão distinguidas pelo observador como componentes desta nova unidade, relativa ao sistema pluricelular. A superposição, que afirmamos ocorrer neste caso, significa esta ocorrência de dois ou mais sistemas, em um mesmo domínio fenomenológico, que considerem simultaneamente uma mesma unidade simples ou conjunto de unidades (neste caso, moléculas) como seu(s) componente(s).

Se podemos compreender deste modo os componentes dos sistemas pluricelulares, quando distinguidos no domínio fenomenológico molecular na condição de unidades compostas, torna-se propício discorrer acerca de como poderíamos pensar sua estrutura e sua organização, neste contexto. Um bom ponto de partida, acreditamos, seja a própria proposta dos autores chilenos. Maturana, em um artigo publicado em 1980, alude à ideia de que “há sistemas vivos que são sistemas autopoieticos de maior ordem cujos componentes são *entidades moleculares* produzidas através da autoopoiese de unidades autopoieticas de menor ordem”<sup>78</sup>.

A partir deste trecho, contudo, percebemos que *ordem* aqui adquire um significado novo, não conectado a domínios fenomenológicos. Isso porque, segundo o autor, os componentes deste sistema de maior ordem

---

<sup>78</sup> MATURANA, 1980, p. 53, tradução nossa.

continuam sendo moléculas, logo, ele é distinguido como unidade composta também no domínio molecular, onde também são distinguidas como unidades de mesmo tipo as células. Desse modo, ordem parece estar significando algum nível de dependência ou derivação: os organismos são de *segunda ordem* pelo fato de que a produção de seus componentes depende da continuação da autopoiese das células que compartilham o mesmo espaço que ele.

Pensando a partir da noção de superposição entre o sistema pluricelular e os sistemas unicelulares dos quais ele é dependente segundo estas considerações, podemos pensar que as relações de produção aludidas pelos textos dos teóricos da autopoiese, que tomariam lugar no interior da estrutura das células, podem ter como produto, sim, os componentes do sistema pluricelular. Contudo, mesmo que no contexto da unidade celular estes processos de produção sejam compreendidos como parte da autopoiese destas unidades e as moléculas resultantes sejam simplesmente subprodutos que deixam a cadeia de produção celular, estes mesmos processos poderiam, pelo princípio que enunciamos anteriormente referente à superposição de sistemas, participar da estrutura dos sistemas pluricelulares.

Deste modo, o sistema pluricelular poderia ser compreendido como uma unidade cuja organização é, sim, autopoietica, realizada por uma estrutura que consiste em uma rede de produção cíclica de componentes. Estes mesmos processos que constituem a unidade pluricelular como autopoietica, porém, simultaneamente constituem as unidades celulares que existem simultaneamente, no mesmo domínio fenomenológico, a saber, molecular. Desta forma, estabelece-se uma relação de simultaneidade entre sistemas de dimensões diferentes, porém todos em um mesmo domínio fenomenológico.

Nesta abordagem, portanto, destaca-se a possibilidade de se analisar os sistemas pluricelulares a partir da definição oferecida pelos autores ao conceito de ser vivo. Se um ser vivo pode ser descrito necessária e suficientemente como um *sistema autopoietico molecular*, podemos ver que a maior barreira para aplicação deste conceito aos sistemas pluricelulares, a saber, sua constituição a nível molecular, fora quebrada. Se pudermos distingui-los neste domínio fenomenológico, como acreditamos ter mostrado ser possível, resta apenas uma condição a ser investigada, que, de fato, parece dar margem a mais de uma resposta.

Que sistemas pluricelulares podem ser moleculares, acreditamos já ter mostrado. Porém, com respeito à sua condição de autopoietico e, portanto, se ele pode ser considerado vivo de acordo com a definição

fornecida pelos autores da autopoiese, acreditamos que tratar-se de uma possibilidade, e não de uma necessidade. Os próprios autores indicam esta possibilidade, mesmo que ainda falando nos termos discutidos acima, aludindo à questão de sistemas pluricelulares na perspectiva de diferentes domínios fenomenológicos.

Eu penso que animais, como organismos pluricelulares, são sistemas autopoieticos de segunda ordem, integrados pelos sistemas autopoieticos de primeira ordem (células) que podem não ser os componentes realizando-os como redes autopoieticas. [...] Além disso, eu também penso que há outros sistemas pluricelulares que são apenas colônias, e que como tais eles não são sistemas autopoieticos de segunda ordem, mesmo que eles sejam integrados por unidades autopoieticas de primeira ordem<sup>79</sup>.

Nesta linha, podemos pensar que, se uma unidade composta de moléculas que realize uma organização autopoietica é um ser vivo, então um sistema pluricelular que, considerado como sistema molecular, compartilhe com diversos outros sistemas moleculares certos subconjuntos de sua estrutura, mas que considerado em si mesmo é definido por uma organização de cunho autopoietico, terá de ser considerado um ser vivo por seu próprio mérito<sup>80</sup>, nem que o sistema seja tão grande quando nós, seres humanos, coexistindo e sobrepondo-se a bilhões de outras unidades autopoieticas moleculares<sup>81</sup>. Por outro lado, caso o sistema ali presente seja definido por outro tipo de organização,

---

<sup>79</sup> MATURANA, 1980, p. 53, tradução nossa.

<sup>80</sup> Nestes casos, deveríamos analisar os sistemas pluricelulares a nós acessíveis, distinguidos enquanto unidades complexas em um domínio fenomenológico molecular, em busca da satisfação dos critérios apontados pelos autores chilenos como necessários para se identificar uma organização autopoietica.

<sup>81</sup> Deve-se notar, porém, que as duas últimas citações a que aludimos discordam quanto aos componentes destes sistemas, mesmo que retiradas do mesmo trecho do texto. Seguiremos com a interpretação de que sistemas pluricelulares devem ser distinguidos no domínio fenomenológico molecular, e não de modo que as células sejam seus componentes, pois é nesta linha que os biólogos chilenos seguem ao longo de suas considerações. Investigaremos a possibilidade de células serem componentes de sistemas autopoieticos apenas no próximo capítulo deste trabalho.

caso careça dos critérios definidores de um sistema autopoietico, ele será o que Maturana e Varela denominam *colônias*<sup>82</sup>.

Há de se atentar, contudo, para uma segunda caracterização dos sistemas autopoieticos. Por um lado, os seres vivos mantêm, segundo esta definição, uma contínua rede de produção de seus componentes e replicação de sua estrutura básica que mantém possível e efetivamente operante sua autopoiese. Por outro, contudo, “é evidente que uma célula se caracteriza [...] por uma barreira ou membrana semipermeável que estabelece um limite de difusão e permeabilidade que discrimina entre um interior químico [...] e os meios livremente difusivos no ambiente externo”<sup>83</sup>. A barreira do sistema autopoietico é um traço essencial, aludido por diversas obras, de diversos autores, e deve ser levado em consideração em nossos argumentos, por apontar uma dificuldade a ser resolvida.

Como as células integrantes<sup>84</sup> de um sistema pluricelular a nível molecular são delimitadas e diferenciadas do meio externo por uma barreira, um limite, como podemos estabelecer outro sistema ou unidade que a inclua em sua estrutura, ou compartilhe com ela certos componentes? Esta barreira pode ser compreendida tanto em uma perspectiva material, como também de um modo relacional. Por um lado, ela delimita fisicamente, através das propriedades das moléculas que a compõem, o sistema, de modo que, sendo semipermeável, ela evita que certas moléculas adentrem ou deixem o espaço físico da célula, ao mesmo tempo que permite o trânsito de outras. Por outro lado, ela delimita o âmbito no qual a autopoiese do sistema é mantida: o que está fora da barreira é *fundo*, é *meio*, e o que está dentro, em geral, é parte de sua estrutura.

Dizemos *em geral* pois, como vimos, a matéria pode se tornar ou deixar de ser componente do sistema, conforme participe ou deixe de participar de suas relações estruturais e de sua organização. Logo, é possível que certas moléculas sejam geradas pelos processos de produção da célula, ou mesmo adentrem por sua membrana citoplasmática, sem que se tornem componentes do sistema. É possível, até mesmo, que esta

---

<sup>82</sup> Aqui inseriríamos, por exemplo, simbioses de diferentes espécies, agregados moleculares, biofilmes e outras associações entre células que não correspondam à classe de organismos que buscamos caracterizar.

<sup>83</sup> VARELA, 2000, p. 29, tradução nossa.

<sup>84</sup> Usaremos *integrante* para denotar as células que dizemos serem “partes” do ser vivo pluricelular, para evitar a confusão conceitual de utilizar o termo *componente*.

matéria “do meio” estabeleça relações e processos com a matéria que compõe o sistema, como um espectro de relações paralelas que estes componentes estabelecem com outros corpos. Ao estabelecerem estas relações, porém, eles devem ser considerados como também corpos singulares, e não na condição de componentes do sistema, uma vez que “não há algo como a distinção de um componente independentemente da unidade que ele integra”<sup>85</sup>.

Dito isso, voltamo-nos aos seres pluricelulares, para pensar em como eles podem estabelecer-se no mesmo domínio que os sistemas unicelulares. O fechamento causal, e o fato de que a estrutura das células é tal que todas as suas mudanças internas estão subordinadas à organização, faz com que nos perguntemos como seria possível que esta estrutura desse origem a componentes que realizariam outra organização, externa e maior do que a celular, como unidade, a saber, a do sistema pluricelular. Maturana e Varela lançam um pouco de luz acerca desta questão, ao descreverem o modo como unidades autopoieticas interagem umas com as outras em acoplamento estrutural:

Um sistema gerado pelo acoplamento de unidades autopoieticas e constituído como unidade em um espaço determinado por componentes produzidos em dito espaço por processos de produção que eles mesmos geram, é um sistema autopoietico em dito espaço, independentemente de que estes componentes coincidam ou não com as unidades autopoieticas que os geram em seu acoplamento<sup>86</sup>.

O espaço do sistema pluricelular, portanto, é, para os autores, definido pelas relações de acoplamento estrutural entre as unidades celulares. A contiguidade das células, cuja estrutura é determinada por sua autopoiese, mas influenciada pelas relações com as demais, uma vez que é com elas que serão realizadas as trocas materiais, cria um espaço intercelular maior do que cada uma das unidades. Porém, uma unidade autopoietica só poderá surgir neste espaço se, além do simples acoplamento entre as células adjacentes, surgirem processos de produção de moléculas que participem de uma rede de processos de produção cíclica que, inclusive, extrapole o espaço de todas e de cada uma das unidades autopoieticas celulares.

---

<sup>85</sup> MATURANA, 1988, p. 13, tradução nossa.

<sup>86</sup> MATURANA; VARELA, 1998, p. 102, tradução nossa.



Estas moléculas, longe de estarem no mesmo espaço destas células por pura coincidência, parecem serem produzidas, em algum momento, pela estrutura destas células, em relações reguladas pela organização autopoietica. Uma consequência disso, porém, é que a rede de produção cíclica de componentes que constituiria a organização autopoietica deve incluir toda a maquinaria que torna possível o surgimento de seus componentes moleculares neste espaço. Estamos falando aqui, portanto, de uma *super-unidade*, que inclui em sua estrutura todas as estruturas particulares das células envolvidas na produção de seus componentes.

O limite desta unidade seria dado a partir do acoplamento estrutural celular, uma vez que os processos intercelulares de produção de componentes, caso ocorram de fato em sistemas pluricelulares, teriam que, de algum modo, diferenciar o que está contido do que é externo ao sistema como um todo. Deve ser criada, então, uma nova barreira, que separe esta super-unidade do meio externo, ou seja, uma barreira para ela que vá além dos limites singulares de suas células<sup>87</sup>. Dentro desta limitação operacional e física, relações constitutivas podem ser estabelecidas em relação à unidade do sistema pluricelular como um todo, cuja estrutura terá intersecções, porém não coincidirá totalmente, com seus componentes, e vice-versa.

Embora nos pareça que os sistemas pluricelulares podem ser concebidos como unidades autopoieticas no domínio molecular, esta não passa de uma ficção imagética meramente possível até que sejam estabelecidas suas reais condições de efetivação, a saber, os processos que comporiam esta unidade autopoietica de segunda ordem a nível molecular e em que exatamente consiste a barreira que separaria sua estrutura do meio externo. Se, por um lado, isto evidencia-se na abordagem das unidades celulares, tal clareza não é perceptível do ponto de vista do sistema pluricelular.

Quando pensamos que “não há nada em um sistema molecular que poderia ser propriamente concebido como um princípio guiador ou organizador”<sup>88</sup>, por um lado, e que a estrutura celular, ao ser determinada por sua organização autopoietica singular, define sua barreira e, desse modo, relega à condição de simples *meio e fonte de perturbações* tudo

---

<sup>87</sup> Caso não fosse este o caso, e a referência fosse apenas as membranas das próprias células, uma vez que cada uma destas pertence e diferencia apenas a si própria do meio onde está, não seria possível estabelecer uma organização intercelular e uma integração destes componentes em uma unidade maior.

<sup>88</sup> MATURANA, 2002, p. 9, tradução nossa.

aquilo que é externo à sua própria organização<sup>89</sup>, não há como dizer que, a partir da própria organização das unidades autopoiéticas, quando integram-se a um sistema pluricelular, elas poderiam estabelecer relações diferenciais entre as células com as quais acoplam-se estruturalmente e o restante do meio, que seria externo tanto a elas, quanto a todas as demais. Uma unidade autopoiética, interagindo com outra, “é apenas mais uma fonte de interações, indistinguíveis como tais daquelas que nós, como observadores, classificamos como provenientes do meio ‘inerte’”<sup>90</sup>.

O que queremos dizer com isso é, em outras palavras, que a operação da organização das células particulares não pode levar à criação de uma barreira semipermeável que defina o sistema pluricelular como unidade. Para que o sistema pluricelular estabelecesse a si mesmo como unidade no domínio molecular, ele precisaria gerar, *por mecanismos extracelulares*, sua própria delimitação física que o isola *efetivamente* do meio, não bastando, para isso, as barreiras singulares das células com as quais compartilha componentes. E mais, o sistema, ao compartilhar certos componentes com as células, mas não outros, deveria estabelecer uma barreira que o isole deste substrato material que é externo a si, mas não às células, ou seja, um limite que inclua partes das células e exclua outras, dividindo a estrutura destas.

Em suma, ele precisa gerar uma delimitação de seu espaço que não coincida com nenhuma das barreiras individuais de suas células, que se estenda em espaços extracelulares, intercelulares e intracelulares, o que não parece ocorrer no domínio molecular. A menos que se mostre claramente uma diferença nas porções materiais das membranas celulares que separem cada célula individual i) do meio externo ao que se concebe como integrado ao sistema pluricelular e ii) das demais células com as quais acoplam-se, além de uma cadeia de moléculas que estabeleçam relações diferenciais entre os componentes compartilhados pelo sistema pluricelular e os exclusivamente celulares, torna-se impossível distinguir o sistema pluricelular como unidade no domínio fenomenológico molecular, ainda que possamos pensar em cadeias intercelulares de produções de componentes.

Contudo, como afirmam os próprios autores,

Em geral, o reconhecimento efetivo de um sistema autopoiético oferece dificuldades cognitivas que têm a ver com a capacidade do observador para

---

<sup>89</sup> Cf. MATURANA; VARELA, 1998; VARELA, 2000.

<sup>90</sup> MATURANA; VARELA, 2003, p. 49.

reconhecer as relações que definem ao sistema como unidade, e com sua capacidade para distinguir as bordas que o limitam no espaço em que se dá, qualquer que seja este. Mais ainda, para assinalar um sistema autopoietico é condição necessária que o observador realize uma operação de distinção que define os limites do sistema no mesmo espaço (domínio fenomenológico) em que este está constituído como unidade. Se o observador não pode realizar tal operação de distinção, não pode observar o sistema autopoietico, ainda que possa concebê-lo.

Desse modo, parece-nos que a definição oferecida pelos autores, dentro do contexto da teoria da autopoiese, pode bastar para a consideração dos seres vivos pluricelulares, por podermos analisa-los a partir do domínio molecular, mas também que não podemos verificar, na estrutura destes sistemas, as condições necessárias para sua ser distinguido como unidade no espaço molecular, definido por um limite físico claro no interior do qual sua organização autopoietica poderia ter lugar. Em outras palavras, enquanto a definição de ser vivo como *sistemas autopoieticos moleculares* for aceita, e não pudermos estabelecer os seres pluricelulares como unidades, portanto, sistemas no espaço molecular, o conceito de ser vivo deixa de abarcá-los.

Como a teoria proposta por Maturana e por Varela carece ela mesma de um tratamento maior desta questão, buscamos, na sequência, tecer considerações que, embora não sejam conflitantes com as teses primárias do sistema teórico proposto pelos chilenos, extrapolam as considerações que eles realizam ao longo de suas obras e deixam de considerar algumas teses contingentes que parecem limitar o alcance da teoria, em especial, a limitação da análise de fenômenos biológicos ao domínio molecular.

Buscaremos, também, investigar a fundo a questão referente aos níveis de ordem neste esquema conceitual, que parece ser necessária para estabelecermos a relação de parte-todo entre as unidades celulares e as pluricelulares. Uma noção de níveis de ordem que mais parece satisfazer o que se quer dizer quando se trata de relações como de todo-parte, mas que extrapola as considerações de Maturana e de Varela, é uma que leve em conta diferentes domínios fenomenológicos. Pensar em sistemas pluricelulares como sistemas compostos de células em outro domínio fenomenológico que não o molecular, porém, requer uma análise sobre sua capacidade de ter uma organização autopoietica.

Tal relação entre unidades vinculadas em uma perspectiva de níveis de ordem ou de complexidade ganha importância ao observarmos que, na natureza, agrupamentos pluricelulares são muito comuns, constituindo um fenômeno biológico de grande interesse e que, caso seja considerado apenas como sobreposição de diferentes sistemas em um mesmo domínio fenomenológico, parece deixar de lado uma ampla gama de considerações possíveis acerca dos seres vivos pluricelulares, além de mostrar problemas internos quanto à sua possibilidade de efetivação.

Estas considerações, que vão além da simples recapitulação e reinterpretação das teses de Maturana e de Varela, buscarão estabelecer novos rumos para uma pesquisa que se proponha realizar acerca das contribuições que o conceito de autopoiese e seus correlatos podem fornecer à discussão acerca do estabelecimento do que são organismos. Propor um novo meio de conceber a autopoiese e a relação deste conceito com a investigação acerca da definição dos seres vivos, assim como destrinchar as consequências de pensar a fenomenologia biológica concernente aos seres pluricelulares como um todo através deste prisma, é o que nos propomos a realizar em seguida.

### 3. AMPLIANDO O CONCEITO DE SER VIVO COMO SISTEMA AUTOPOIÉTICO

No capítulo anterior, buscamos mostrar como a definição de ser vivo proposta e sustentada por Humberto Maturana e Francisco Varela ao longo de diversas obras, enquanto *máquinas autopoieticas moleculares*, mostra-se problemática quando a consideramos tendo em vista os seres pluricelulares. A abordagem que realizamos visava investigar a aplicabilidade de tal definição a estes sistemas, tanto através de seus próprios escritos quanto através do estabelecimento de consequências lógicas de alguns de seus argumentos.

Desse modo, mostramos que, embora as próprias tentativas dos autores em abarcar os sistemas pluricelulares com sua definição de vida resultem problemáticas, como é inclusive admitido por eles em algumas passagens, havia ainda uma possibilidade alternativa de considerar os sistemas pluricelulares como máquinas autopoieticas moleculares, como buscamos trazer à tona. Este novo tratamento dado à questão consistira em explorar a definição proposta para além da própria investigação dos autores chilenos, a fim de estabelecer até que ponto este conceito se sustenta como uma opção viável para caracterizar todos os seres vivos, incluindo os sistemas compostos por diversas células.

Entretanto, por mais que pareça possível realizar um recorte fenomenológico dos sistemas pluricelulares ao nível molecular, a fim de determinarmos o tipo de organização que tais sistemas apresentariam neste estrato ontológico e, assim, afirmarmos se eles podem ou não ser contemplados pela definição de ser vivo proposta pelos autores chilenos, parece-nos relevante adotar uma abordagem distinta, crítica desta própria definição de ser vivo. Para isso, contudo, mudamos nosso modo de abordar o problema, abandonando tal definição e a estratégia de esclarecer a viabilidade de seu uso para caracterizar seres pluricelulares. No lugar disso, nos serviremos das categorias propostas pelos biólogos chilenos para a construção de uma concepção alternativa de ser vivo, em cujo escopo possamos incluir, sem maiores problemas, tanto sistemas pluricelulares quanto sistemas celulares.

Em um primeiro momento, torna-se necessário mostrarmos por que motivos consideramos prejudicial a insistência de Maturana e Varela no critério de posse de componentes moleculares, assim como uma defesa de que o abandono deste aspecto da definição não leva a consequências teóricas indesejáveis. Isso nos permitirá pensar nos sistemas pluricelulares sem sermos obrigados a *traduzir* toda a fenomenologia

biológica que os envolve em processos de transformações moleculares, permitindo que pensemos as próprias células como componentes de tais sistemas sem excluí-los do escopo da definição de ser vivo que proporemos.

Ao mantermo-nos *internos* à definição dos biólogos chilenos, somos obrigados a tecer considerações acerca de um mesmo domínio de existência para estabelecer relações entre as unidades celulares e pluricelulares, sobrepondo seus componentes moleculares para que o sistema *metacelular* também possa ser considerado uma máquina molecular (critério essencial para ser considerado um ser vivo). Quando nos permitirmos extrapolar o nível molecular em nossas considerações biológicas, porém, abre-se a nós um modo alternativo de se pensar a relação estabelecida entre as unidades pluricelulares e as unidades celulares que serão seus componentes.

Em outras palavras, permitimo-nos pensar em uma abordagem multinível. A relação binária unidade simples/composta é modificada para que uma mesma unidade simples possa ser *decomposta* em diferentes níveis da realidade (o que nos obriga a propor como esta relação de partetodo opera em nossa abordagem multinível<sup>91</sup>). Células continuam sendo consideradas como sistemas moleculares, mas ampliamos o escopo dos recortes fenomenológicos possíveis para a realização da fenomenologia biológica, possibilitando compreender os sistemas pluricelulares não apenas como sistemas moleculares de algum tipo, mas também como sistemas compostos de células.

Nesta abordagem, defenderemos que as células, quando se tornam componentes de sistemas pluricelulares, não perdem sua autorreferência, o que poderia significar que deixariam de ser autopoieticas. Pelo contrário, seu operar enquanto unidades autopoieticas mostra-se uma condição necessária para sua efetiva participação na estrutura dos sistemas de nível superior. Nosso argumento leva em conta que, enquanto estruturalmente fechadas, as unidades autopoieticas modificam sua estrutura (mas não sua organização) para compensar perturbações externas. Defendemos que o sistema pluricelular pode condicionar o operar da célula e submetê-la à realização de sua própria estrutura e organização por esta via: o operar das células no ambiente pluricelular é restringido pelo próprio ambiente, cujas variáveis operam de modo a

---

<sup>91</sup> Em outras palavras, como a possibilidade de um mesmo sistema ser concebido como unidade composta em múltiplos domínios de existência relaciona-se com o fato de que, a princípio, é sua estrutura, enquanto unidade composta, que determina suas propriedades enquanto unidade simples.

causar perturbações nas unidades celulares que, pelo operar de suas próprias organizações autopoieticas, modificarão sua estrutura de acordo.

Este ambiente, que consiste precisamente no sistema pluricelular como um todo, será composto por células e pela matriz extracelular, ou seja, material produzido pelas células que ocupa o espaço entre elas<sup>92</sup>. A produção desta matriz extracelular e a produção de células diferenciadas serão processos realizados pelas próprias células, e será este ambiente, distinguido em um domínio fenomenológico celular, que causará as perturbações específicas em cada uma das células individuais de modo a acionar, nestas, as transformações estruturais necessárias para que elas participem desta dinâmica de produção. Em outras palavras, o sistema pluricelular passa a realizar uma organização autopoietica por seu próprio mérito, na qual as próprias células e a matriz extracelular operam como componentes que geram e são gerados pelos processos que constituem tal organização.

Finalmente, portanto, cabe a nós mostrarmos como a descrição proposta pelos autores chilenos aos seres vivos moleculares pode ser modificada de modo a abarcar com sucesso os seres vivos pluricelulares. Em outras palavras, realizaremos uma revisão dos critérios para a identificação da realização de uma organização autopoietica de uma dada unidade, seja qual for o domínio fenomenológico em que ela exista, o que defendemos que pode levar a uma teoria melhor aparelhada para fundamentar uma compreensão da fenomenologia biológica.

### **3.1. A fenomenologia biológica é necessariamente molecular?**

Para os autores chilenos, seres vivos são sistemas autopoieticos moleculares, e é necessário, segundo eles, que se atente para o critério molecular por este seria o domínio no qual pode operar uma organização autopoietica. Parece-nos, contudo, haver alguns motivos para se pensar que a remoção ou a flexibilização desta restrição de componentes da definição de ser vivo poderiam torna-la mais viável.

Ser um sistema molecular, nesta perspectiva proposta pelos biólogos chilenos, é ser uma unidade composta, cujos componentes são moléculas. Isso é particularmente atrelado à ideia de que tudo o que dizemos é dito na perspectiva de observadores, uma vez que somos nós quem fazemos um recorte do mundo e estabelecemos que, em um certo

---

<sup>92</sup> A matriz extracelular é composta, basicamente, pelo *tecido conectivo*, que se estende por todo o corpo dos metazoários, ocupando o espaço entre as células (FRENK; VARELA, 1987).

domínio, um conjunto de entidades estabelece uma série de relações que dão origem a uma unidade naquele domínio, da qual formam a estrutura. Devemos atentar, porém, para o fato de que esta é uma distinção que tal observador realiza: a escolha do domínio no qual a unidade é observada é uma decisão metodológica.

Logo, tratar os seres vivos como *máquinas autopoieticas moleculares*, e dizer que esta descrição é necessária e suficiente para defini-los, é dizer, em outras palavras, que os seres vivos podem apenas ser percebidos como unidades no domínio molecular, e que toda a fenomenologia biológica se dá neste domínio. Entretanto, “a fenomenologia viva mostra, de fato, muitos lados diferentes (que aparecem em vários níveis de organização) e não é fácil captura-los todos em um único esquema conceitual”<sup>93</sup>. Este fato, além de pontuar as diminutas chances de a definição simples dos autores chilenos abarcar os seres vivos em todas as suas dimensões, é relevante para pensarmos como a limitação de *domínio fenomenológico* que a definição impõe é problemática.

Em um primeiro momento, a definição dada por Humberto Maturana e Francisco Varela nos parece interessante por fornecer um critério para identificar os seres vivos, talvez mesmo os pluricelulares, como exploramos em maior detalhe no capítulo anterior. Contudo, há de se admitir que as investigações biológicas perderiam muito de seu poder explicativo caso todos os processos homeostáticos, o funcionamento dos órgãos, os sistemas orgânicos e todos os demais processos que ocorrem nos organismos ou são causados por eles devam ser descritos ou compreendidos a partir das transformações moleculares envolvidas.

Logo, cabe um trabalho conceitual mais profundo, que nos leve mais perto da compreensão acerca de o que nos faz chamarmos de seres vivos tanto as células quanto os sistemas pluricelulares dos quais elas fazem parte, e parece-nos que o primeiro passo seria o abandono do critério de composição molecular. Insistimos nisso pois, caso se admita que todo ser vivo deve ser compreendido enquanto tal enquanto for distinguido como uma unidade autopoietica molecular, apenas fenômenos de transformações moleculares poderão ser fenômenos biológicos, o que nos faria perder de vista a infundável lista de fenômenos que ocorrem em níveis de ordem superior. Por outro lado, a própria concepção dos seres vivos pluricelulares enquanto unidades no domínio molecular parece-nos carregar certos problemas, como apontamos anteriormente.

---

<sup>93</sup> MORENO *et al*, 2004, p. 324, tradução nossa.



De que maneira, portanto, a teoria da autopoiese pode nos ajudar a pensar os seres pluricelulares sem sermos obrigados a nos comprometermos com um domínio de existência molecular? Parece-nos óbvio que a maior contribuição da teoria dos biólogos chilenos é a noção de autopoiese, termo chave de seu trabalho. Contudo, os autores defendem que a “autopoiese ocorre apenas no domínio molecular”<sup>94</sup>, o que nos leva a pensar se, ao abandonarmos o compromisso com componentes moleculares, não seríamos forçados a abandonar também a perspectiva de que seres vivos são sistemas autopoieticos. Uma alternativa a isso é pensar em uma definição que *possa englobar*, mas não se resuma, aceitando como critério necessário e suficiente, a noção de autopoiese a nível molecular. Isso permitiria estabelecer uma definição de ser vivo que possa ser aplicada a sistemas pluricelulares sem que a fenomenologia biológica seja resumida a processos bioquímicos. É em vista desta definição mais ampla de ser vivo que continuaremos nossa investigação.

### 3.2. Compatibilizando sistemas celulares e sistemas moleculares

Pensar em termos de níveis de ordem, como nos parece ser o melhor modo de lidar com esta questão, é algo que encontra respaldo nas bases teóricas da definição proposta por Maturana e Varela para os seres vivos. Em suas descrições ontológicas, os autores lidam, como mostramos no capítulo anterior, com algumas categorias que se mostram bastante relevantes para pensarmos neste problema. Isso abre portas para que pensemos que uma definição de ser vivo que se valha de categorias relativas a níveis organizacionais não seja incompatível com o pensamento dos biólogos chilenos e, portanto, poderia operar como uma alternativa sem abandonar suas teses mais gerais.

Um ponto de partida para pensarmos o problema de todo-parte que fundamentaria nossa definição é dado no estabelecimento, por Maturana, de que “um observador pode distinguir em sua práxis de vida dois tipos de unidades, unidades simples e compostas”<sup>95</sup> e, além disso,

uma unidade composta é uma unidade distinguida como uma unidade simples que através de operações de distinção posteriores é decomposta pelo observador em componentes que através de

---

<sup>94</sup> MATURANA, 2002, p. 8, tradução nossa.

<sup>95</sup> MATURANA, 1988, p. 12, tradução nossa.

sua composição viriam a constituir a unidade simples original no domínio no qual ela é distinguida. Uma unidade composta, portanto, é operacionalmente distinguida como uma unidade simples em um metadomínio [metadomain] com respeito ao domínio no qual seus componentes são distinguidos pois ela resulta como tal de uma operação de distinção. Como resultado, os componentes de uma unidade composta e sua unidade simples correlacionada estão em **uma relação constitutiva de especificação mútua**.<sup>96</sup>

Desse modo, já se encontram no texto do autor os germes para se pensar estas questões. Inicialmente, contudo, isso é aplicado para se pensar a relação entre a célula, enquanto um sistema totalizante, e as moléculas que a constituem enquanto unidade composta, a fim de compreender como tais componentes, organizados de determinados modos, determinam a célula como um todo. Quando pensamos em seres pluricelulares, portanto, como sistemas cujos componentes são células, isso carrega algumas consequências importantes.

Primeiramente, é assumido que uma unidade simples pode ser *decomposta*, e que as propriedades que apresenta enquanto unidade simples são correlatas aos processos realizados pelos componentes distinguidos, e estes são possibilitados pelas propriedades dos componentes que, distinguidos enquanto componentes, são distinguidos como unidades simples<sup>97</sup>. É este o vínculo que se estabelece entre os diferentes níveis de realidade, que podemos identificar sob o nome de *domínios fenomenológicos* no interior das teses de Maturana e Varela.

Deste modo, permitimo-nos pensar no mundo como uma estrutura dividida em níveis, algo como “uma estrutura em camadas, com cada nível consistindo de dois componentes: um conjunto de *entidades*, que constitui o domínio de particulares daquele nível e um conjunto de *propriedades* definidas para aquele domínio”<sup>98</sup>. As entidades aqui seriam as unidades simples, cada qual é distinguida a partir de suas propriedades, interagindo com as demais a partir da ação bilateral destas propriedades.

Maturana e Varela insistem em trabalhar com as categorias de domínio fenomenológico, limitando suas considerações ao que, supostamente, pode ser acessível à sua própria experiência como

---

<sup>96</sup> MATURANA, 1988, p. 12-3, tradução e grifos nossos.

<sup>97</sup> Cf. MATURANA, 1980, p. 47-9.

<sup>98</sup> EL-HANI, 2000, p. 137, grifos do autor.

observadores. Contudo, parece-nos que seria interessante adotar uma abordagem mais *objetiva*<sup>99</sup>, inferindo que tais domínios podem ser ordenados hierarquicamente, de modo que reflitam de fato níveis de ordem no mundo. Assim, podemos dizer que o domínio celular é *superior* ao domínio molecular, pois no primeiro uma célula pode ser percebida como unidade simples, e no segundo, apenas como unidade composta. Inferindo que o todo se dá em um nível de ordem superior ao das partes e das relações que mantêm entre si, ordenamos deste modo os domínios fenomenológicos.

Podemos, ainda, tecer mais uma consideração em relação a isto. Um observador que tenha acesso múltiplos domínios fenomenológicos poderia, em tese, realizar operações de distinção em todos eles. Desse modo, porém, parece-nos que uma porta se abre para uma maleabilidade quanto à decomposição de uma unidade simples qualquer. Se há um correlato entre as operações realizadas por uma célula e as operações realizadas por seus componentes moleculares, consistindo em dois modos de abordar um mesmo processo em domínios fenomenológicos distintos<sup>100</sup>, então poderíamos dizer que um sistema *composto por células* poderia ter sua estrutura distinguida em um domínio celular (com células participando de seus processos constitutivos), mas também em um domínio molecular (caso as operações antes distinguidas como sendo realizadas pelas propriedades das células forem compreendidas como sendo realizadas pelas propriedades das moléculas que compõem tais células).

Desse modo, isso afastaria nossa abordagem da clássica concepção, originalmente proposta por Bunge, de que “os componentes de um sistema pertencente a um dado nível se encontram no nível imediatamente anterior”<sup>101</sup>, apenas para nos possibilitar pensar que um sistema que possa ser identificado como unidade simples em um dado nível pode ser distinguido como unidade composta em quaisquer níveis anteriores/inferiores, possivelmente intersectando suas estruturas com as estruturas das unidades que aparecem como seus componentes em níveis superiores.

É isso que acreditamos que seja, e defendemos que seja, o que acontece com os seres pluricelulares. Sendo identificados como unidades

---

<sup>99</sup> Ou seja, que diga respeito mais ao modo como pensamos que o mundo seja, e não sobre o que acontece em nossa própria experiência quando afirmamos algo sobre o mundo.

<sup>100</sup> Cf. MATURANA, 1988, p. 18.

<sup>101</sup> EL-HANI, 2000, p. 143.

simples em um domínio de existência macroscópico, podem ser concebidos como unidades compostas em todos os níveis anteriores aos quais um observador qualquer puder observá-lo: pode ser visto como um sistema de órgãos interconectados e realizando uma organização que o compõe como unidade de um determinado tipo; mas ao mesmo tempo pode ser concebido como uma unidade cuja estrutura conta com células como componentes e certas relações que estas mantêm entre si como sua organização; ou ainda, como uma máquina molecular, talvez até passível de possuir uma organização autopoietica, que é como buscamos caracterizá-lo no capítulo anterior.

Entretanto, conceber que um mesmo sistema pode existir como unidade simples em apenas um domínio fenomenológico, porém como unidade composta em múltiplos, é uma ideia rejeitada pelos autores. Insistimos em tal ideia, porém, afastando-nos do pensamento dos autores chilenos, pois ela viabiliza uma definição de sistemas vivos que atente para múltiplos domínios fenomenológicos e possibilite explicações biológicas para além do domínio molecular. Discordamos, portanto, da ideia de que os sistemas em geral possuem uma natureza dual, ou seja, que “sistemas vivos existem em dois domínios: um; o domínio no qual existem como totalidades ou organismos [...]; e dois, o domínio [...] de sua realização como entidades moleculares compostas”<sup>102</sup>.

Seguir por este caminho argumentativo seria um problema caso pensássemos que há algum vínculo causal entre os domínios. Assim, existir em diferentes domínios como unidade composta faria com que a unidade simples fosse *causada* por diferentes estruturas<sup>103</sup>, o que poderia incorrer em paradoxos ou incongruências. Contudo, o próprio biólogo chileno afirma:

a relação entre estes dois domínios [em que o sistema ocorre como unidade simples e composta] não é causal; estes dois domínios não intersectam, nem os fenômenos que pertencem a um deles ocorrem no outro. A relação generativa que um observador pode ver entre estes dois domínios é uma relação histórica que o observador faz ao correlacionar a dinâmica do domínio de

---

<sup>102</sup> MATURANA, 2002, p. 12, tradução nossa.

<sup>103</sup> Este problema também aparece em discussões em geral sobre o emergentismo, acerca da relação de causalidade que entidades existentes em diferentes níveis de existência parecem estabelecer entre si, e é melhor discutido em EL-HANI, 2000, p. 167-217 e em MORENO *et al*, 2015.

composição do sistema com o que acontece com ele como uma totalidade resultante no domínio no qual ele existe como totalidade<sup>104</sup>.

Se podemos pensar que a relação binária entre a unidade composta e sua respectiva unidade simples, em domínios fenomenológicos distintos, é baseada em congruências percebidas pelo observador entre essas duas unidades, nada nos impediria de estender esta concepção para realizações do sistema em múltiplos domínios como unidades compostas, cada uma destas sendo relacionadas à mesma unidade simples por um observador que identifique tais congruências.

### 3.3. Células como componentes perdem sua autorreferência?

A partir da ideia de que os sistemas pluricelulares podem ora ser distinguidos como compostos por moléculas, ora por células, abre-se a possibilidade de pensar o que o fato de uma célula se tornar componente de um outro sistema implica para sua própria definição. Afinal, se uma unidade é distinguida enquanto componente, será em relação à totalidade que ela será pensada e definida<sup>105</sup>, ou seja, a partir de sua participação na estrutura desta *unidade maior* e nas relações que estabelece com os demais componentes.

Consideraremos, aqui, dois domínios fenomenológicos, a saber, o molecular (no qual a célula existe como unidade composta, de organização autopoietica e realizada por uma estrutura cujos componentes são moléculas) e o celular (no qual a célula existe como unidade simples, dotada de certas propriedades que definem os estados possíveis que pode assumir). Apenas no domínio fenomenológico celular é que uma célula pode ser considerada componente do sistema pluricelular, uma vez que os componentes que realizam qualquer unidade composta são tomados como unidades simples, cujas propriedades definem quais relações e processos tais componentes poderão gerar<sup>106</sup>.

É relevante notar, portanto, a mudança entre a abordagem que realizamos no capítulo anterior e a que iremos levar a cabo neste capítulo. Enquanto nos mantínhamos restritos às teses dos autores chilenos, fomos obrigados a estabelecer uma relação apenas de superposição ou intersecção entre as estruturas das células e a estrutura do sistema

---

<sup>104</sup> MATURANA, 2002, p. 12, tradução nossa.

<sup>105</sup> MATURANA, 2002.

<sup>106</sup> MATURANA, 1980.

pluricelular do qual estas fazem parte, de modo que houvesse algum vínculo entre a ontogenia de cada uma das unidades ali presentes<sup>107</sup>. No presente momento de nosso trabalho, porém, arriscamo-nos a contestar algumas das teses dos biólogos chilenos, pensando que uma abordagem mais interessante pode ser realizada se aceitarmos algumas premissas negadas por Maturana e Varela em seus escritos, assim analisando este problema a partir do domínio fenomenológico que toma as células, enquanto unidades simples, como componentes, realizando a estrutura de sistemas pluricelulares, em um domínio fenomenológico superior, o domínio celular.

Seria possível argumentar que, ao tornar-se componente de outro sistema, uma célula poderia converter-se em um sistema *alopoiético*<sup>108</sup>, uma vez que seria *determinada externamente* e produziria, por sua própria organização, os meios de manutenção deste sistema maior. Esta crítica poderia ser bastante perigosa para a concepção, sustentada pelos autores chilenos, de que os seres pluricelulares seriam *sistemas autopoiéticos de segunda ordem*, uma vez que, ao perderem sua organização, seria destruída a unidade autopoiética de primeira ordem, e o que restaria seria apenas a estrutura da máquina pluricelular, que se converteria, ela própria, em um *sistema autopoiético de primeira ordem*, mesmo que de dimensões macroscópicas, perdendo referência a componentes celulares propriamente ditos<sup>109</sup>.

Defenderemos uma tese contrária ao que esta consideração propõe por, principalmente, dois motivos. O primeiro é que ela impossibilitaria que pensássemos nas células, ainda como unidades autopoiéticas, na condição de componentes dos sistemas pluricelulares, ideia que buscamos afirmar. A segunda e principal razão para seguirmos por um caminho

---

<sup>107</sup> A respeito da intersecção estrutural entre sistemas e *coontogênias*, cf. MATURANA, 1988, p. 24-5.

<sup>108</sup> Ou seja, que produz algo diferente do que sua própria organização em seu operar, em oposição a sistemas autopoiéticos (cf MATURANA; VARELA, 1998, p. 71).

<sup>109</sup> Tal crítica contrastaria com um trecho de Maturana e Varela, onde eles parecem blindar suas teses contra tal ideia. Para os autores, as células podem no máximo desempenhar *papeis alopoiéticos* em relação a sistemas de maior ordem, ao gerarem como subprodutos de sua organização moléculas que operem como componentes destes outros sistemas. Em outras palavras, a partir da operação normal de sua autopoiese, elas podem, de maneira contingente, acabar criando algumas moléculas que participarão na estrutura de outros sistemas, porém estas deixam de integrar sua própria organização, de modo que a própria célula não perde sua identidade no processo (Cf. MATURANA; VARELA, 1998, p. 101-2).

alternativo é que defenderemos que a subordinação das células a sistemas de maior ordem, além de não fazer com que sua autopoiese seja destruída ou sua autorreferência perdida, **depende** da continuidade da autopoiese a nível molecular por parte das células, de modo que os mecanismos dos quais a unidade celular participa na estrutura da unidade pluricelular operam a partir de sua autopoiese.

Como vimos, um sistema autopoietico, mesmo que aberto para o fluxo de matéria e energia, é fechado organizacionalmente: é sua organização autopoietica que define seus estados possíveis, e tudo que o meio externo é capaz de realizar são perturbações desta estrutura. Se estas modificações forem drásticas o suficiente para cessarem o processo de produção cíclica de componentes que constitui a autopoiese do sistema, este se desintegra. Caso contrário, ele apenas modifica-se sem perda de identidade<sup>110</sup>. No caso específico de unidades autopoieticas, há uma compensação ativa destas perturbações externas, sendo este um dos traços mais impressionantes da fenomenologia biológica.

Esta característica é uma consequência direta do determinismo estrutural e condição necessária para que surjam unidades autopoieticas, mas não exclusivo a elas. Em um espaço no qual as unidades são estruturalmente determinadas (por exemplo, o espaço físico) a relação de determinação deve ser diferenciada da relação causal, segundo os teóricos da autopoiese. É óbvio que causas externas são aplicadas à estrutura da autopoiese. É porém o *modo* como a causalidade opera é determinado pela estrutura do sistema, e é por isso que estes agentes causais externos são relegados a meras *perturbações*<sup>111</sup>.

Desse modo, torna-se problemático dizer que, em um espaço onde há determinismo estrutural, um sistema possa *determinar* suas partes, uma vez que, por um lado, são os componentes e o modo como estão organizados que *determinam* o próprio sistema, e por outro lado, cada componente, enquanto unidade, caso for um sistema por seu próprio mérito, será determinado apenas por sua própria estrutura. Isso implica que, no caso específico dos sistemas pluricelulares, seria incongruente afirmar que as células perdem sua autorreferência ou deixam de ser autopoieticas por serem *determinadas* pelo sistema pluricelular.

Se não de determinação, então que tipo de relação pode ocorrer entre um sistema e seus componentes? Uma resposta a esta questão torna-

---

<sup>110</sup> Cf. Maturana, 1980, p. 48; Maturana; Varela, 1998, p. 71-8.

<sup>111</sup> Sobre o modo como a causalidade opera em domínios estruturalmente determinados, cf. Maturana, 1980, p. 49-56; Maturana, 1988, p. 14-5; Maturana; MPODOZIS, 1992, p. 11.

se essencial se quisermos desenvolver uma concepção acerca de como pensaremos os sistemas pluricelulares como compostos de células. Como esboçado acima, acreditamos que esta relação deva ser compreendida com base na premissa de que os sistemas modificam sua estrutura em *resposta*<sup>112</sup> a perturbações causadas pelo meio. Queremos dizer, portanto, que o meio, o fundo do qual a unidade é distinguida, gera perturbações que, por sua vez, acionam modificações estruturais, mesmo que estas sejam determinadas pela própria estrutura a cada instante.

Logo, quando inserida no contexto de um sistema, ou seja, quando é distinguida enquanto um componente de uma unidade composta dada, o modo como uma unidade estruturalmente determinada será afetada pelo sistema é através das perturbações que sofrer, oriundas das interações que tiver com outras entidades. Assim, na perspectiva deste componente, por assim dizer, todos os demais componentes com os quais ele se relaciona são partes do meio circundante com o qual ele interage através de suas propriedades, e as operações na qual participa são resultado das modificações às quais sua estrutura é submetida após ser afetada por perturbações do meio.

Quando pensamos que células podem ser os componentes de sistemas pluricelulares, este impacto *causal* do sistema sobre as células deve ser explicado de algum modo, e argumentamos que seja justamente através destas perturbações. Nossa hipótese é a de que, através do controle do nicho de cada uma de suas células componentes, o sistema pode causar-lhes perturbações não-destrutivas específicas, desse modo engatilhando certas modificações estruturais nas células de forma que elas se adequem às necessidades da organização do sistema pluricelular. Nicho, aqui, é um termo tomado tal como descrito pelos autores chilenos:

O meio inclui tanto a parte do fundo que é distinguida pelo observador como circundando a unidade, quanto a parte do fundo que o observador concebe como interagindo com ela, e a qual ela obscurece em sua operação de acoplamento estrutural [...]. Eu chamo esta última parte do meio operacionalmente definida, momento a momento, em seu encontro com o meio em acoplamento estrutural, o *nicho* da unidade. Consequentemente, uma unidade continuamente realiza e especifica

---

<sup>112</sup> Não queremos, com isso, implicar qualquer noção de consciência ou mente, como se *resposta* implicasse em um ato voluntário, aproximando-se da noção de uma *reação* fisicamente determinada.



seu nicho por efetivamente *operar em seu domínio de perturbações enquanto conserva adaptação*<sup>113</sup> no meio<sup>114</sup>.

O nicho de uma unidade, então, nada mais é do que a parte do meio que, em um dado instante qualquer, está interagindo com ela. Por isso mesmo é que é definido a cada momento, uma vez que essa “zona cinzenta” de interações entre a unidade e o meio, assim como as próprias estruturas da unidade e do meio, modificam-se a cada processo ocorrido. Quando afirmamos, por conseguinte, que *o sistema pluricelular controla o nicho das células individuais que são seus componentes*, queremos dizer que sua organização determina o meio circundante de cada célula e, portanto, tudo aquilo que interage com as estruturas das células particulares, ao ponto de todas as perturbações sofridas pelas células componentes estarem submetidas à organização do sistema pluricelular.

Segue-se, assim, que, caso a relação causal entre o sistema pluricelular e as células, enquanto seus componentes, seja especificada em termos de perturbações, reguladas pela determinação do nicho destas células pelo organismo – desde que isso se dê na medida em que as células conservem sua própria adaptação e, portanto, todos os estados que assumam sejam arranjos possíveis de sua autopoiese, que é preservada no processo – as células continuam constituindo-se como unidades autopoieticas moleculares, mesmo na condição de componentes de sistemas maiores.

### 3.4. Sistemas autopoieticos celulares

Estabelecido, portanto, que a *estrutura* de um sistema pluricelular pode ser constituída por componentes celulares e outras estruturas no mesmo domínio fenomenológico que estes, cabe agora discorrermos acerca do modo como acreditamos ser possível pensar em sistemas pluricelulares como autopoieticos por seu próprio mérito, a nível celular. Caso nosso argumento seja aceito, poderíamos romper de vez o vínculo de *necessidade*, estabelecido pelos autores chilenos, entre a autopoiese e

---

<sup>113</sup> Vale lembrar que o termo *adaptação*, para os autores, significa a manutenção da organização de uma unidade e, portanto, de sua identidade e singularidade. Enquanto uma unidade conserva sua organização, mesmo sofrendo perturbações, pode-se dizer que está adaptada (MATURANA; MPODOZIS, 1992, p. 43).

<sup>114</sup> MATURANA, 1988, p. 18, tradução e grifos nossos.

o nível molecular<sup>115</sup>, possibilitando pensar esse tipo de organização em outros domínios fenomenológicos sem incorrermos em erros categoriais. Tal vínculo é estabelecido pois, para Maturana,

O domínio molecular é o único domínio de entidades que através de suas interações dão origem [*give rise*] a uma diversidade ilimitada [*open ended diversity*] de entidades (com diferentes arquiteturas dinâmicas) do mesmo tipo em uma dinâmica que pode dar origem a uma diversidade ilimitada de processos recursivos que por sua vez dão origem à composição de uma diversidade ilimitada de entidades dinâmicas singulares. Moléculas, através de suas interações, dão origem a moléculas e sistemas dinâmicos de produções moleculares, em difusos e localizados processos que constituem entidades discretas. Eu penso que, devido a esta peculiaridade do domínio molecular, esse é o único domínio em que sistemas autopoieticos podem ter lugar como sistemas discretos singulares que operam através de agitação termal e arquitetura dinâmica<sup>116</sup>.

Os critérios apresentados neste trecho pelo biólogo chileno para a instauração de uma organização autopoietica em um dado domínio, contudo, não parecem impossibilitar de fato que em outro domínio, como o molecular, surjam unidades autopoieticas de fato. O primeiro parâmetro do autor parece ter a ver com a pluralidade e a diversidade de componentes moleculares possíveis, assim como das unidades resultantes destas estruturas moleculares diversas. O segundo critério que percebemos nesta citação gira em torno da capacidade de moléculas, em suas interações, gerarem novas moléculas; em outras palavras, as unidades que constituem os componentes da estrutura celular operam de modo a formarem outras unidades, dotadas de outras propriedades<sup>117</sup>.

---

<sup>115</sup> “autopoiese ocorre apenas no domínio molecular” (MATURANA, 2002, p. 8, tradução nossa); “a autopoiese se refere e se limita à vida mínima; quer dizer, sua teoria e seus princípios se embasam nos organismos unicelulares” (VARELA, 2000, p. 36, tradução nossa).

<sup>116</sup> MATURANA, 2002, p. 8, tradução nossa.

<sup>117</sup> O fato de que, segundo Maturana, as unidades no domínio molecular *operam através de agitação termal* não é explicado pelo autor e não é apresentado como um traço relevante para se pensar a organização autopoietica em nenhuma de suas

O primeiro critério, contudo, a partir do próprio modo que é apresentado por Maturana no trecho acima, mostra-se falho em sua tarefa de justificar a restrição de domínios da ocorrência da autopoiese. Isso porque ele próprio afirma que os processos moleculares podem dar origem a um conjunto imensurável, ilimitado, de unidades discretas singulares, o que podemos compreender como sistemas. Uma vez que uma unidade composta tomada como tal e esta mesma entidade tomada como unidade simples existem em domínios fenomenológicos distintos que não se intersectam<sup>118</sup>, é válido inferir deste trecho que a diversidade infundável de componentes moleculares faz com que haja, também, uma diversidade infundável de unidades celulares possíveis, tornando o domínio celular capaz de satisfazer o primeiro critério.

O segundo ponto que Maturana cita acima é que moléculas produzem outras moléculas, o que parece significar que, para o autor, os componentes de unidades autopoieticas deveriam ser capazes de dar origem a outras entidades de mesma classe ou no mesmo domínio fenomenológico que eles, tal como fazem as moléculas. Parece justo que se coloque um critério como este, afinal, a organização autopoietica se consolida como uma rede concatenada e recursiva de *processos de produção* de componentes, realizada pelos próprios componentes. Logo, se quisermos defender que seres pluricelulares são sistemas autopoieticos *celulares*, precisamos mostrar como são possíveis relações de *transformação e produção* de unidades a nível celular.

A compreensão acerca de como novas unidades poderiam ser produzidas a partir dos componentes já dados parece fundamentar-se, principalmente, na capacidade de *reprodução* destas unidades. Reprodução, para os autores, é um processo histórico, a partir do qual uma unidade dá origem a duas unidades de mesma classe<sup>119</sup>. Autorreprodução, por sua vez, “tem lugar quando uma unidade produz outra com organização similar à sua própria, mediante um processo acoplado ao processo de sua própria produção”<sup>120</sup>.

---

obras, razão pela qual o desconsideramos como critério para a identificação do vivo, privando-nos de investigar se sistemas celulares operam de acordo com esta característica obscuramente apresentada pelo autor.

<sup>118</sup> MATURANA, 1988, p. 18.

<sup>119</sup> Ou, nas palavras dos autores, “uma fratura em um plano que gera duas unidades de mesma classe” (MATURANA; VARELA, 2003, p. 43, tradução nossa).

<sup>120</sup> MATURANA; VARELA, 1998, p. 93, tradução nossa.

É a partir da própria organização autopoietica das células, portanto, que elas realizam o processo de autorreprodução, a partir do qual uma unidade celular dá origem a duas novas unidades de mesma classe<sup>121</sup>. Desse modo, podemos dizer que, enquanto as unidades celulares componentes de um sistema pluricelular mantiverem sua autopoiese, elas manterão sua capacidade de geração de novas unidades, que se tornarão novos componentes do sistema pluricelular por sua integração à organização deste.

Processos de transformação de componentes, porém, parecem possuir uma significância maior para compreendermos as unidades pluricelulares como sistemas autopoieticos a nível celular. Isso porque, para que uma determinada unidade se torne componente do sistema, como dissemos, é necessário que ela seja integrada à organização deste sistema, ou seja, que em sua operação ela participe dos processos que definem o sistema como unidade<sup>122</sup>. Visto que aquilo que torna uma unidade apta ou inapta para participar de determinados processos são suas propriedades, relações de transformação de componentes celulares consistem precisamente em processos cujo resultado são células que exibem as propriedades necessárias para a realização da organização do sistema pluricelular.

Sendo unidades compostas e estruturalmente determinadas, sempre que tomadas como unidades simples, as células exibirão propriedades que refletem sua estrutura a cada dado momento<sup>123</sup>. Isso significa que as interações e os processos nos quais uma célula pode inserir-se são determinados pelo modo como ela está composta no nível de ordem molecular (por seu DNA, as proteínas operantes em seu interior, a disposição de suas organelas etc.). Uma vez que, enquanto se mantiver o subconjunto das relações estruturais do sistema celular que corresponde à organização autopoietica, todas as demais relações e mesmo componentes podem ser alterados sem que haja desintegração do sistema,

---

<sup>121</sup> Vale salientar que os autores parecem defender, portanto, que o processo de autorreprodução leva à destruição de uma unidade concomitantemente ao surgimento de duas unidades novas. Durante o processo de divisão celular, a organização deixa de ser compartimentalizada, separando-se em duas estruturas distintas. Há perda de uma organização autopoietica que englobe todos os componentes materiais, porém cada fragmento torna-se autopoietico por seu próprio mérito, de modo que a autopoiese não é interrompida, apenas divide-se em duas estruturas distintas, cada qual continua realizando-a separadamente.

<sup>122</sup> No caso da unidade autopoietica, processos de produção de outros componentes.

<sup>123</sup> MATURANA, 1988, p. 13.

é dessa pluralidade de materializações alternativas que emergem as inúmeras possibilidades de unidades celulares, dotadas das mais diversas propriedades.

Como afirmamos previamente, defendemos que cada um dos componentes do sistema estará sujeito a perturbações dos demais, uma vez que coexistem em acoplamento estrutural. O ambiente interno ao sistema pluricelular, porém, não é constituído apenas de células, mas também do que, ao longo dos anos, se convencionou denominar *matriz extracelular* (abreviada como ECM, do inglês *extracellular matrix*). Esta matriz é composta de macromoléculas, produzidas e secretadas pelas células, tornando-se um tecido (o *tecido conjuntivo*) que ocupa todo o espaço externo às unidades celulares, mas ainda interno ao organismo<sup>124</sup>. Sendo assim, as células não têm como meio apenas outras células, mas também a ECM, com a qual mantêm-se estruturalmente acopladas.

Se, por um lado, as próprias células influenciam o desenvolvimento umas das outras e alteram suas características<sup>125</sup> por meio de perturbações, por outro, podemos dizer que o próprio ambiente extracelular também influencia as unidades celulares, seja por modificações reativas da membrana celular, seja pela inserção de material na estrutura da célula. Eis um exemplo de como ocorre esta interferência:

Células possuem receptores proteicos nas superfícies extracelulares de suas membranas plasmáticas. Quando uma molécula dentro da matriz [extracelular] liga-se ao receptor, ela modifica a estrutura molecular do receptor. O receptor, por sua vez, modifica a conformação dos microfilamentos posicionados no interior da membrana plasmática. Estas alterações conformacionais induzem sinais químicos dentro da célula, que alcançam o núcleo e ‘ligam’ ou ‘desligam’ a transcrição de seções específicas de DNA, o que afeta a produção de proteínas associadas, desse modo mudando as atividades do interior da célula<sup>126</sup>.

---

<sup>124</sup> OPENSTAX, 2018.

<sup>125</sup> A partir da própria noção de acoplamento estrutural, já desenvolvida em detalhe, anteriormente.

<sup>126</sup> OPENSTAX, 2018, tradução nossa.

Pode-se ver, a partir do excerto, uma maneira pela qual o meio em que as células se encontram, quando são componentes de um sistema pluricelular, exerce influência sobre sua atividade, sobre o modo de realização de sua própria autopoiese. Em outras palavras, assim como ocorreria com uma célula que existe como um ser vivo unicelular, a interação com o meio e a troca de matéria e energia leva a modificações estruturais desta célula. Em um sistema pluricelular, porém, o ambiente é determinado pela organização que se instaura neste sistema, que especifica quais modificações serão realizadas na estrutura de cada uma das células.

A partir do que foi exposto, podemos afirmar que esta *troca* entre as unidades celulares e o meio individual de cada uma (composto por outras células e pela ECM) é um processo cíclico. As células geram e expelem determinadas substâncias, modificando a matriz extracelular que, por sua vez, dada a composição resultante desta *importação de material* das células, irá influenciar o funcionamento das demais unidades celulares. Francisco Varela sugere que chamemos este fenômeno de *morfoficio*<sup>127</sup>, e o define como “esta determinação recíproca entre elementos celulares de um animal pluricelular e a matriz extracelular contínua”, ou ainda, em outros termos:

Um morfoficio é um processo, que é um contínuo desencadear [bootstrapping], pelo qual uma forma [shape] é *produzida* pelas células do corpo. Mas esta forma, por sua vez, *condiciona* (através da continuidade da ECM) o que as células fazem. Ou, em outras palavras, um morfoficio é o processo pelo qual uma ação local entre a ECM e as superfícies celulares *produz* o efeito global da forma e é em contrapartida *constringido* por ela.<sup>128</sup>

A matriz extracelular, ou ECM, é dita *contínua* e com *efeitos globais* pois, segundo Varela, a ECM é um contínuo, sem separação alguma, uma vez que “não há transição clara entre as membranas basais da pele, a fáscia muscular, os ossos, ou o tecido conectivo entre as vísceras”<sup>129</sup>. Desse modo, os processos de influências estruturais entre as

---

<sup>127</sup> *Morphocycle* é um termo empregado aqui por Varela, porém não possui história nas discussões biológicas, e não deve ser confundido com o termo homônimo do contexto da tática desportiva.

<sup>128</sup> FRENK; VARELA, 1987, p. 38, tradução e grifos nossos.

<sup>129</sup> FRENK; VARELA, 1987, p. 35, tradução nossa.

células e a matriz extracelular reverberam para todo o sistema pluricelular, através da contiguidade desta última, e o sistema como um todo reage a estas modificações. Em outras palavras, a ECM possibilita que se estabeleçam vínculos causais entre todas as células no interior do sistema pluricelular, o que nos fornece os primeiros indícios de uma unidade criada pelo próprio sistema.

Ao que tudo indica, podemos, desse modo, estabelecer que, se é possível considerar os seres pluricelulares como unidades compostas no domínio fenomenológico celular, as células e a matriz extracelular – através da qual são conectadas entre si – correspondem aos seus componentes. Resta saber se é possível estabelecermos uma organização autopoietica a nível celular, de modo que o que constitua este sistema como uma unidade no espaço em que existe seja uma rede de produção de células e matriz extracelular, que integram, como componentes, esta mesma rede que as constituiu e que produz sua própria diferenciação com o meio externo através de uma borda semipermeável que possibilite a um observador discriminar o que é interior e o que é exterior ao sistema.

Para isso, um bom ponto de partida é pensar nos três tipos básicos de relações de produção existentes na estrutura de unidades autopoieticas, de acordo com Maturana e Varela. São estas as *relações constitutivas*, as *relações de especificidade* e as *relações de ordem*. As primeiras determinam a topologia do sistema, definindo as posições relativas de seus componentes e estabelecendo relações espaciais entre os elementos. As relações de especificidade determinam que os componentes produzidos sejam de tal modo constituídos que possuam as propriedades necessárias para o estabelecimento das relações que integram a autopoiese do sistema. As últimas, por fim, definem a concatenação de processos do sistema (sua relação temporal, a velocidade na qual os processos ocorrem e afins), de modo que a cadeia de processos siga na ordem e proporção corretas para a manutenção de sua organização<sup>130</sup>.

Obviamente, não criaremos aqui listas de processos intra e extracelulares moleculares através dos quais um organismo pluricelular poderia restringir o comportamento de suas células, nem entraremos no mérito de citar componentes específicos. Todavia, como a própria definição de autopoiese “define o esquema geral da vida sem fazer referência alguma à estrutura dos componentes”<sup>131</sup>, e seus processos são, em geral, descritos com um considerável nível de abstração, delinearemos alguns modos segundo os quais acreditamos que os processos

---

<sup>130</sup> MATURANA; VARELA, 1998, p. 80-3.

<sup>131</sup> VARELA, 2000, p. 32.

supracitados poderiam ser identificados a nível celular, assim apontando possibilidades de se compreender a autopoiese neste nível fenomenológico.

Relações constitutivas, ou topológicas, definem a forma do sistema como um todo, distribuindo seus elementos. Conforme vimos, grande parte destas relações são estabelecidas pela ECM sobre as células: denominada por Varela e Frenk como *órgão da forma*<sup>132</sup>, a matriz extracelular preenche o espaço entre as células no sistema pluricelular, inclusive dando sustentação aos órgãos e demais tecidos, assim como, através de suas interações com as estruturas celulares, definindo o formato dos agrupamentos de componentes celulares no interior do sistema. Do mesmo modo, este tecido age como um vínculo físico entre as diversas partes do organismo, estabelecendo a disposição dos elementos. Não é difícil, pois, estabelecermos que a ECM provavelmente possuiria um papel central nas relações constitutivas de um sistema autopoietico celular.

Quanto às relações de especificidade, estas nos remetem aos *morfociclos* aludidos por Varela. As perturbações que desencadeiam modificações nas células, para que se tornem especializadas (com propriedades específicas) de modo a desempenharem processos determinados e em locais estabelecidos pela organização do sistema é realizada, como dissemos, a partir da interação das células com o meio circundante, composto de outras células e da matriz extracelular. Por outro lado, a matriz extracelular é formada pelas próprias células, o que faz com que as relações de especificidade sejam cíclicas: células determinam seu entorno, que as determina em seguida. Bastaria que estas especificações seguissem por uma história de transformações que alinhasse a adaptabilidade das células cada vez mais com o bom funcionamento do sistema pluricelular<sup>133</sup>, e logo tais processos poderiam ser identificados como as relações de especificidade apontadas como necessárias para a identificação de unidades autopoieticas.

Por fim, as relações de ordem podem ser identificadas de certo modo com o modo como as relações de especificidade são realizadas no sistema pluricelular. Os processos de criação de novas unidades (através da autorreprodução das células) e transformação/especificação das unidades celulares levam estas a apresentar alguns conjuntos de propriedades que as qualificam a operar de determinados modos. Através

---

<sup>132</sup> FRENK; VARELA, 1987.

<sup>133</sup> O que se aproxima do *alinhamento de aptidão*, ou *alignment of fitness*, comentado por



da troca de componentes físico-químicos (que, ao nível celular, podemos identificar com a interação através de suas propriedades) entre a célula e o ambiente extracelular, tais modificações podem regular a participação das células individuais em processos relativos à organização do sistema, ativando ou desativando certos genes ou mesmo afetando drasticamente a estrutura dos componentes celulares sem que estes se desintegram, de modo a estabelecer a concatenação dos processos e a manutenção da autopoiese.

Estes três critérios, que se mostram observáveis quando se consideram células no lugar de moléculas, também foram percebidos por Moreno e Ruiz-Mirazo, quando buscaram caracterizar, não o conceito de autopoiese, mas sim o de *autonomia básica*, “como a capacidade de um sistema *administrar* o fluxo de matéria e energia através de si de modo que possa, ao mesmo tempo, regular, modificar e controlar: (i) processos internos de autoconstrução e (ii) processos de troca com o meio”<sup>134</sup>.

Regulação, modificação e controle (que correspondemos aqui, respectivamente, às relações constitutivas, de especificidade e de ordem) de seus processos de autoconstrução são relações que o sistema possui com seus componentes, o que ocorre, de modo recíproco, entre os componentes celulares e a ECM, em um sistema pluricelular. Tais processos, desencadeados pelo próprio operar das estruturas dos sistemas celulares, que determinam seu meio e são moldados por ele, podem ser apontados definitivamente como parte da organização dos sistemas pluricelulares e contribuidores para sua manutenção. Desse modo é que podemos começar a construir uma noção de autonomia ou de auto-organização a nível do sistema pluricelular, de modo que as células assumem formas especificadas pelas relações que mantêm com o meio, especializando-se e criando, em associação umas às outras enquanto componentes, um sistema coeso. Estas considerações acabam sendo corroboradas pelos biólogos espanhóis Arnellos, Moreno e Ruiz-Mirazo, quando afirmam que, na organização de um ser vivo,

há uma combinação operacional de diferentes tipos de mecanismos regulatórios agindo intercelularmente [*intercellularly*], e controlando os processos intracelulares epigenéticos, de modo que *a diferenciação celular é aprimorada e imediatamente canalizada* para o que poderia ser

---

<sup>134</sup> MORENO, RUIZ-MIRAZO, 2004, p. 240, tradução nossa. Ver também ARNELLOS *et al*, 2014.

considerada uma autêntica e funcionalmente integrada organização [...]. Isso requer a modulação dinâmica de processos de crescimento celular, diferenciação celular e divisão celular segundo uma lógica diferente e global<sup>135</sup>.

Esta ordenação global e submissão dos processos intra e extracelulares à manutenção do sistema pluricelular – que é resultado do próprio operar de todas e de cada uma das células componentes específicas como unidades discretas, em conjunto com a matriz extracelular – é o que fundamenta nossa reivindicação de que as células, por mais que mantenham suas organizações individuais autopoiéticas intactas, passam a realizar o sistema como unidade, na condição de componentes, sendo em contrapartida constringidas por ele.

Uma vez que as células são sistemas estruturalmente determinados e que, como alegamos, o sistema de maior ordem as influencia através de perturbações, cuja compensação resulta na transformação da unidade celular conforme as necessidades do sistema pluricelular, segue-se que é através do controle sobre as dinâmicas reprodutivas e epigenéticas<sup>136</sup> das células que estas têm sua operação restringida. Em contrapartida, a organização do sistema pluricelular nada mais é do que um subconjunto dos processos realizados pelas próprias células, que são seus componentes; logo, as relações que estabelecem a subordinação dos mecanismos celulares ao sistema pluricelular surgem a partir das próprias células individuais.

Logo, devemos ter em mente que, quando componente de um sistema pluricelular, cada célula dá origem, em seu próprio operar, a mecanismos de controle sobre si e sobre outras células. Tais mecanismos são expressões fenotípicas de seu código genético, compartilhado por todos os componentes de um mesmo sistema pluricelular<sup>137</sup>. O conjunto das células integradas a um sistema pluricelular será por vezes origem e por vezes alvo destes mecanismos de controle, de modo que os processos

---

<sup>135</sup> ARNELLOS *et al*, 2014, p. 878, tradução e grifos nossos.

<sup>136</sup> Segundo Maturana e Mpodozis, “transformação estrutural momento a momento de um organismo no devir de sua ontogenia a partir de um genótipo total, que surge no jogo de sua própria dinâmica estrutural e das mudanças estruturais que desencadeiam nele suas interações em um meio” (MATURANA; MPODOZIS, 1992, p. 45).

<sup>137</sup> Uma vez que todos surgirão a partir de uma mesma célula, que através da reprodução transmitirá a eles seu próprio código genético.

regulatórios do sistema emanam da totalidade dos componentes e aplicam-se a eles, condicionando-os.

Não chamamos atenção para esta circularidade por acaso: consistindo em processos cíclicos de produção e transformação, que geram células que participarão desta mesma dinâmica, condicionando-as e fazendo-as engendram os processos de controle do sistema pluricelular, parece-nos que os sistemas pluricelulares, distinguidos no domínio fenomenológico que chamamos celular<sup>138</sup>, podem ser identificados legitimamente como *autopoiéticos*. Algumas considerações, porém, fazem-se necessárias, a partir da noção de que sistemas pluricelulares possam ser autopoiéticos por si próprios.

### 3.5. Particularidades da autopoiese a nível celular

Uma questão se impõe a partir das dificuldades que apresentamos no capítulo anterior, em relação a identificar os limites organizacionais dos sistemas pluricelulares a nível molecular. Quando os consideramos como realizados a partir de componentes celulares, parece-nos mais clara a possibilidade de identificar sua unidade no espaço em que existe, os limites que, gerados por sua própria organização, o diferenciam do meio.

Quando pensamos em células concebidas enquanto unidades simples, interagindo com uma matriz extracelular produzida a partir da própria organização destas unidades, diferenciando-se sistematicamente de modo a viabilizar a continuação da autopoiese de cada uma das unidades componentes do sistema, podemos estabelecer os limites do sistema a partir dos limites dados pelos próprios componentes. Assim como as células, as camadas mais externas do sistema são demarcadas por interações preferenciais dos componentes entre si em detrimento de interações com o ambiente, preferências das quais podemos aferir que “resulta uma fronteira operacional que os separa de outros [elementos] em algumas dimensões, e aparecem simultaneamente uma unidade composta ou sistema, e seu nicho ou domínio de existência”<sup>139</sup>.

Desse modo, ao estabelecer certas relações com o ambiente constituído pelo sistema pluricelular e minimizar, através de suas modificações estruturais, as perturbações do meio externo, o sistema pluricelular estabelece um limite físico e organizacional que define sua

---

<sup>138</sup> Afinal, é o domínio em que as células são tomadas como unidades simples; do mesmo modo que, no domínio a que nos referimos como molecular, as moléculas são distinguidas como unidades simples.

<sup>139</sup> MATURANA; MPODOZIS, 1992, p. 36, tradução nossa.

existência no espaço. Abre-se, inclusive, a possibilidade de estabelecer um vínculo filogenético entre as células de um mesmo sistema pluricelular. Contudo, além de este ser um vínculo apenas histórico, que tem sua relevância para o funcionamento do sistema, mas não aparece como critério necessário para o estabelecimento da organização nem para a individualidade do sistema, ele é problemático quando levamos em conta que a matriz extracelular também atua como componente indispensável em alguns sistemas<sup>140</sup>.

Se, porém, sistemas pluricelulares distinguidos em um domínio molecular mostram-se como sistemas de organização autopoietica, o mesmo não parece ser o caso quanto a alguns outros domínios fenomenológicos que podemos conceber como *intermediários* em relação ao celular e ao domínio em que os organismos pluricelulares são distinguidos como unidades simples. Em especial quando pensamos em um domínio fenomenológico em que identifiquemos o sistema pluricelular como composto por diferentes tecidos, ou mesmo por diferentes órgãos, há uma manifesta estabilidade, interconexão e talvez até mesmo individualidade, porém não percebemos relações de transformação ou de produção operando nestes níveis<sup>141</sup>.

A possibilidade de se distinguirem órgãos ou tecidos, contudo, surge a partir do fato de que estes são agregados de células especializadas, cuja ontogenia é de tal modo canalizada que formam subconjuntos da estrutura total do sistema que, enquanto grupo, realizam processos que células isoladas seriam incapazes. É, porém, a partir da consideração básica de que a autonomia surge nos sistemas pluricelulares<sup>142</sup>, na forma de uma organização autopoietica e no nível em que se pode considerar as

---

<sup>140</sup> Dado que a ECM, em sua maior parte, não possui células e, conseqüentemente, é desprovida de material genético, assim como algumas células, como as hemácias.

<sup>141</sup> Não afirmamos aqui que é impossível imaginar um sistema autopoietico a um nível superior ao celular: assim como as possibilidades de moléculas tendem ao infinito, e também as possibilidades de sistemas compostos de moléculas, como as células, podemos conceber que sistemas compostos de células também possam ser tão plurais quanto as próprias células e moléculas, o que deixa aberta a possibilidade da ocorrência da autopoiese, segundo os critérios que levamos em conta neste trabalho.

<sup>142</sup> Um ótimo tratamento da noção de *autonomia* em sistemas pluricelulares, que, porém, desvincilha-se da ideia de autopoiese, é dado no artigo *Multicellular autonomy* (Cf. ARNELLOS *et al*, 2014, p. 871-80).

células como seus componentes, que se viabilizam explicações de sua fenomenologia e da constituição de sua estrutura<sup>143</sup>.

Da mesma maneira que ocorre com os sistemas unicelulares, as relações e processos que constituem a organização dos sistemas pluricelulares a nível celular não fazem referência a componentes celulares específicos. A máxima de “que a natureza efetiva dos componentes não tem importância, e que as propriedades particulares que eles possuem, exceto as que intervêm nas transformações e interações dentro do sistema, podem ser quaisquer”<sup>144</sup>, ainda vale para os sistemas pluricelulares, de modo que, na ocasião de um de seus componentes ser perdido<sup>145</sup>, ser plenamente possível pensar em sua reposição ou na reordenação do sistema para compensar esta falta.

Também de modo análogo ao que ocorre com as células, a perda de organização por parte do sistema leva à sua desintegração, sua perda de adaptação com o meio ou, em outras palavras, à morte daquele ser vivo<sup>146</sup>. Quando se torna insustentável a autopoiese do sistema como um todo em razão de modificações estruturais – engatilhadas pelo próprio operar do sistema ou por perturbações externas –, de modo que o processo de transformação e produção de componentes se descontinue, as relações que mantinham todos os componentes do sistema em pleno acoplamento estrutural deixam de ser mantidas. O sistema pluricelular desintegra-se de uma vez, e conforme passa a constituir, progressivamente, um ambiente que deixe de estabelecer simples perturbações nas células, e passe a gerar nelas mudanças destrutivas, estes componentes também perdem sua autopoiese.

Desse modo, podemos dizer inclusive que, conforme as células individuais passam por processos de diferenciação e o sistema pluricelular é constituído, a autopoiese deste torna-se condição necessária para a manutenção da organização daquelas. Afinal, as células continuam

---

<sup>143</sup> A principal vantagem em relação à consideração puramente molecular é que, realizando o recorte a nível celular, é possível estabelecer a unidade do sistema pluricelular. Processos que o envolvam como unidade, portanto, serão considerados biológicos.

<sup>144</sup> MATURANA; VARELA, 1998, p. 67, tradução nossa.

<sup>145</sup> Caso a célula, que corresponde ao componente em questão, morra (perca sua organização autopoietica e se desintegre) ou sofra alterações de modo a não satisfazer mais as necessidades do sistema.

<sup>146</sup> “Quando um sistema vivo morre, o que ocorre é uma mudança de sua estrutura e uma perda de organização” (MATURANA, 1980, p. 48, tradução nossa). Cf MATURANA; VARELA, 2003, p. 65-7.

sendo sistemas autopoieticos e, portanto, continuam “necessariamente existindo no fluxo de matéria e energia”<sup>147</sup>, precisando que o meio continue fornecendo-as material para constituir seus componentes e realizar seus processos. Logo, uma vez que as “células começam a viver em um ambiente mais específica e espacialmente organizado”, é necessário que algumas delas “comecem a prover as condições materiais e energéticas necessárias para a proliferação das células internas”<sup>148</sup>.

Um exemplo da efetiva instauração de um sistema autopoietico a nível celular, que atenda às necessidades impostas para a continuação da organização de seus componentes, é o próprio corpo humano. Isoladas e protegidas do meio externo por camadas sobrepostas de citoesqueletos de células epiteliais mortas preenchidos com queratina, que formam a camada mais externa da pele<sup>149</sup>, e existentes em um domínio no qual apenas estabelecem contato umas com as outras e com a matriz extracelular, caso não houvesse um ordenamento sistemático no organismo pluricelular de modo que nutrientes chegassem do meio exterior ao organismo pluricelular e que os subprodutos indesejáveis de seu funcionamento fossem retirados de seu nicho, as células logo perderiam as condições de manter sua organização.

Porém, através de sistemas envolvendo inúmeros grupos de células especializadas que o organismo se vê em posse de condições para adquirir do ambiente externo a matéria e energia em uma quantidade aceitável para o suprimento de suas células e, assim, para a continuação de sua própria organização. Tais elementos são coletados do ambiente externo e, através de sua intrincada disposição interna, levados a cada uma de suas células. O mesmo sistema pluricelular também se constitui de modo a eliminar os resíduos da operação celular, células mortas e mesmo substâncias tóxicas<sup>150</sup> a seus componentes, criando assim um ambiente que possa se manter em constante acoplamento estrutural com elas. Este acoplamento estrutural, porém, vai muito além de um transporte de componentes: regulações de variáveis químicas e físicas diversas, como

---

<sup>147</sup> MATURANA, 2002, p. 12, tradução nossa.

<sup>148</sup> ARNELLOS *et al*, 2014, p. 856, tradução nossa.

<sup>149</sup> Cf. BARBOSA, 2011; DAHL *et al*, 2008.

<sup>150</sup> Tóxico, aqui, refere-se à capacidade de tais substâncias criarem interações destrutivas com as respectivas unidades. Caso estas perturbações sejam causadas em um número crítico de células, de modo que se interrompa algum dos processos essenciais da autopoiese do sistema pluricelular, este também pode desintegrar-se, ou seja, a substância terá causado uma perturbação destrutiva ao próprio sistema.

temperatura, umidade, pressão e diversas outras, são alcançadas através de mecanismos que, em sua base, argumentamos que esteja a autopoiese a nível celular.

Finalmente, um tópico que exige ser explorado é acerca dos processos reprodutivos dos sistemas pluricelulares, e mesmo características filogenéticas e evolutivas. Sobre isso, os próprios biólogos chilenos nos dão alguns caminhos a serem pensados. Segundo eles,

É evidente que a ontogenia de um metacelular vai ser determinada pelo domínio de interações que este especifique como unidade total, e não pelas interações individuais das células componentes. [...] Porém, cada um destes indivíduos pluricelulares é o resultado da divisão e segregação de uma linhagem de células que se originam no momento da fecundação de uma só célula ou zigoto, produto de alguns dos órgãos ou partes do organismo pluricelular. Não havendo novos indivíduos, não há continuidade da linhagem. E para que haja novos indivíduos, o começo de sua formação deve dar-se a partir de uma célula. É simples assim: é a lógica de sua constituição que exige que cada organismo metacelular seja parte de um *ciclo* no qual há uma etapa unicelular necessária<sup>151</sup>.

Entretanto, nos casos em que dizemos haver *reprodução* sexuada, o organismo pluricelular não passa por um processo de *autorreprodução* propriamente<sup>152</sup>. Nos termos dos autores chilenos, “falamos da reprodução quando uma unidade sofre uma fratura que dá por resultado duas unidades de mesma classe”, o que requer que a unidade realize “sua organização de uma maneira *distribuída* e não *compartimentalizada*”<sup>153</sup>. É por isso que as células precisam passar por uma reorganização de sua estrutura para serem capazes de se reproduzir, dividindo-se em duas unidades que, ambas, realizem organizações autopoieticas a nível molecular. A reprodução sexuada, contudo, constitui de diversos

---

<sup>151</sup> MATURANA; VARELA, 2003, p. 54, tradução nossa, grifos dos autores.

<sup>152</sup> No caso de sistemas pluricelulares que se reproduzem assexuadamente através de diversas modalidades de fratura estrutural, como a maior parte das plantas, seria ainda possível falar em autorreprodução, uma vez que a unidade, caso fraturada de determinados modos, dá origem a duas unidades de mesma classe.

<sup>153</sup> MATURANA; VARELA, 2003, p. 41.

processos que, porém, não incluem uma divisão do sistema pluricelular de modo que o produto são dois sistemas pluricelulares de mesma classe<sup>154</sup>.

O modo como a autopoiese dos sistemas pluricelulares pode fazer com que deem origem uns aos outros merece investigações mais concretas que deixam o escopo deste trabalho. Do que foi dito, porém, podemos esboçar um modo de conceber processos evolutivos concernentes a unidades autopoieticas pluricelulares. Como sua ontogenia se dá no domínio em que ele existe como unidade simples<sup>155</sup>, ou seja, o sistema age como um todo em relação ao seu ambiente, é em sua perspectiva como organismo completo que as condições ambientais o afetarão de modo a selecionar características ao longo das gerações. Caso sua organização pluricelular se mantenha adaptada até o momento da geração de um novo indivíduo e transmissão de genes, sua linhagem tem continuidade.

Há de se perceber, contudo, que há uma continuidade histórica<sup>156</sup>, em termos reprodutivos, entre as células que compõem um sistema pluricelular e possíveis sistemas que se originem a partir deste, que estaríamos dispostos a considerar seus “filhos”, seja em processos sexuais, quanto assexuais. Neste último caso, a continuidade é clara, uma vez que um fragmento de um sistema, com todas as suas informações genéticas e organização, dá origem a outro sistema, a partir do mesmo material genético e dos mesmos componentes que compunham parte do sistema original.

Em processos sexuais, mesmo que possa exigir uma investigação mais profunda, podemos perceber que ainda se conserva este vínculo histórico de herança: seria possível traçar uma linha filogenética direta entre o zigoto original que deu origem sexualmente a um sistema pluricelular e o gameta que participou da formação de um novo zigoto, incluindo todas as células intermediárias. Por outro lado, o material genético existente nas células do sistema “filho” será resultante da recombinação do DNA que compõem cada um dos dois sistemas

---

<sup>154</sup> Ao fim do processo há, sim, a formação de um ou mais indivíduos de mesma classe que os progenitores. Contudo, o processo é dessemelhante à reprodução celular e deve ser caracterizado à parte.

<sup>155</sup> MATURANA; VARELA, 2003, p. 52.

<sup>156</sup> “Cada vez que em um sistema um estado surge como modificação de um estado prévio, temos um *fenômeno histórico*” (MATURANA; VARELA, 2003, p. 37).



pluricelulares envolvidos em um processo de reprodução sexuada, o que o vincula a eles em termos de herança.

Acreditamos que estas sejam as principais consequências, ou ao menos as mais básicas, da concepção de seres vivos pluricelulares como sistemas autopoieticos a nível celular. Pensar em como ele administra nutrientes em relação a seus componentes, como ele se organiza em termos de tecidos e órgãos, como se reproduz e mantém sua organização constante parecem ser os primeiros passos para se construir uma interpretação da fenomenologia biológica dos seres pluricelulares que proceda de sua definição enquanto sistemas autopoieticos. Tais fenômenos podem ser considerados contingentes e subordinados, tais como os que derivam da autopoiese das células<sup>157</sup>, o que colocaria a autopoiese como o traço definitivo de sua consideração enquanto seres vivos, e não quaisquer processos que podem ou não ser realizados por estes organismos.

Para os propósitos deste trabalho, concordamos com Maturana e Varela quando dizem que “a caracterização dos sistemas viventes como sistemas autopoieticos deve ser entendida como dotada de validade universal; quer dizer, a autopoiese deve ser considerada como definitiva dos sistemas vivos em qualquer parte do universo físico”<sup>158</sup>, logo antes de começarem a defender a impossibilidade da existência de sistemas autopoieticos não-moleculares. Ao restringirem a possibilidade da autopoiese ao sistema molecular, ao exigirem que sistemas possam ser vistos a partir de um par binário e fixo de unidade composta e decomposta, ao estabelecerem de modo tão restrito o limite da aplicação deste conceito, os autores chilenos restringem seu poder explicativo e impossibilitam que usemos a noção de autopoiese para compreender fenômenos para além daqueles que eles mesmos propõem.

Se, porém, pudermos compreender os fenômenos biológicos do modo como desenvolvemos ao longo desse trabalho, ou seja, como fenômenos que surgem a partir da operação da autopoiese não apenas concretizada por componentes moleculares, mas também em sistemas compostos de células e matriz extracelular, acreditamos que a definição de ser vivo proposta por Maturana e Varela deva sofrer uma alteração simples, porém, significativa: a remoção do rígido critério de composição *molecular*. Afirmamos, pois, que é viável a definição de seres vivos como

---

<sup>157</sup> “Se deduz que a avaliação correta da fenomenologia dos sistemas viventes, incluída a reprodução e a evolução, requer sua compreensão como unidades autopoieticas” (MATURANA, VARELA, 1998, p. 88).

<sup>158</sup> MATURANA; VARELA, 1998, p. 109.

*sistemas autopoieticos*, pura e simplesmente. Desse modo, nos permitimos pensar na instauração de organizações autopoieticas em outros domínios fenomenológicos, carregando consigo a noção de que sistemas resultantes daí serão considerados vivos, o que, como vimos, possibilita pensarmos a fenomenologia biológica que vai além do domínio de fenômenos moleculares usando o ferramental conceitual que mantém íntima relação com o conceito de autopoiese.

Podemos perceber que, ao longo de suas obras, Humberto Maturana e Francisco Varela modificaram suas percepções acerca da relação entre *autopoiese* e *vida*. Iniciando em meados dos anos sessenta com uma concepção que não fazia referência a componentes, os autores passaram a defender, a partir da obra *El árbol del conocimiento*, em 1984, que seres vivos são necessariamente moleculares, mas que, porém, poderiam haver sistemas autopoieticos em outros domínios<sup>159</sup>.

A partir da publicação de *De máquinas y seres vivos*, em 1994, os autores argumentam que a autopoiese pode ser realizada diretamente, constituindo a organização mesma de um sistema, apenas no domínio molecular, relegando a sistemas de maior ordem a condição de autopoieticos apenas por serem agregados de sistemas de primeira ordem, dando certa margem à possibilidade de pensar os seres pluricelulares como, talvez, também autopoieticos de primeira ordem<sup>160</sup>. A partir da virada do século, porém, é que os autores parecem convencer-se de que sistemas autopoieticos são exclusivamente moleculares, e que a possibilidade de pensar organismos pluricelulares à luz da autopoiese pode, se muito, ser atrelada à possibilidade de serem distinguidos como *sistemas autopoieticos moleculares* por seu próprio mérito<sup>161</sup>.

Acreditamos que o receio apresentado por eles, de que sistemas de conversação ou de leis, por exemplo, possam ser considerados autopoieticos e, como consequência, serem considerados vivos, possa ser encarado de algum outro modo<sup>162</sup>. Contudo, parece haver ganhos epistemológicos claros na consideração de que há sistemas de organização autopoietica, que mostram comportamentos que estamos dispostos a caracterizar como próprios de seres vivos, cuja estrutura conta

---

<sup>159</sup> MATURANA; VARELA, 1998, p. 18.

<sup>160</sup> MATURANA; VARELA, 1998, p. 18-9.

<sup>161</sup> Cf. VARELA, 2000, p. 36; MATURANA, 2002.

<sup>162</sup> O próprio estabelecimento de critérios para identificar relações e processos de produção, que levamos em conta ao pensar a possibilidade de organizações autopoieticas se instaurarem no domínio fenomenológico celular, poderia ser investigado como alternativa para esta limitação de domínios.

com componentes que não são moléculas, mas sim entidades de outra ordem que, no caso da vida como a conhecemos, tratam-se de unidades celulares.



## CONCLUSÃO

O presente trabalho surge a partir de uma inquietação em relação aos escritos dos biólogos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela. Ambos os autores foram os responsáveis pela construção das ideias básicas da assim chamada teoria da autopoiese, uma abordagem acerca dos princípios das ciências biológicas, que se coloca como uma proposta de interpretação dos fenômenos relacionados aos seres vivos. A abordagem dos autores chilenos aproxima-se do que costumamos chamar de *biologia funcional*, uma vez que, a partir da proposição de como eles pensam que seja o modo mais básico e universal de organização viva, eles buscam explicar a instauração de cada um dos fenômenos que associamos aos seres vivos.

O elemento central das teses levantadas pelos chilenos é o conceito de *autopoiese*. Um *sistema autopoietico* é um sistema que é definido enquanto unidade, em um certo espaço, por um conjunto de processos de produção e transformação de componentes do sistema, cujo produto são novos elementos que regenerarão os mesmos processos que os produziram. Segundo os autores, todo ser vivo é uma máquina de organização autopoietica cujos componentes realizando tal cadeia produtiva cíclica são moléculas, de onde se segue seu conceito de ser vivo: *sistema autopoietico molecular*.

Dado este plano de fundo conceitual, como dissemos, nossa pesquisa parte de uma inquietação, um desconforto que surge ao pensarmos acerca de como este conceito de ser vivo e todo o arcabouço teórico que ele carrega consigo interagem com um tipo bastante específico de indivíduos que estamos dispostos a chamar de vivos: os sistemas pluricelulares – dos quais, inclusive, somos exemplares.

Este estranhamento que percebemos entre a teoria da autopoiese e os sistemas pluricelulares é notado pelos próprios autores, que chegam a afirmar que a organização dos sistemas pluricelulares era ainda uma questão em aberto, ou mesmo que a teoria da autopoiese visa definir a *vida mínima* ou celular, e nada tem a oferecer à compreensão dos sistemas pluricelulares. Buscamos com este trabalho, portanto, enfrentar as questões concernentes à lacuna que se abre entre o arcabouço teórico dos autores, que parece tão eficiente em descrever a atividade celular, e a definição dos indivíduos pluricelulares, que desafiam as tentativas de conceituação pelos autores.

Iniciamos nosso percurso em vistas do objetivo apresentado utilizando-nos de uma estratégia largamente aplicada por Maturana e

Varela em seus escritos, a saber, a retomada e explicitação de definições de certos conceitos centrais. Em primeiro lugar, resgatamos algumas noções epistemológicas defendidas pelos biólogos chilenos, que embasam todo o modo de abordagem desta questão. Mostramos como a noção de que somos observadores permeia a abordagem da teoria da autopoiese, delineando o modo como podemos compreender o mundo a partir do apelo a descrições de fenômenos.

Através de uma apresentação dos significados propostos pelos autores a conceitos primordiais para a compreensão da questão, além de eventuais comentários utilizando literatura secundária para clarificar definições, mostramos como os biólogos chilenos constroem a concepção de que seres vivos são sistemas que, quando considerados a nível molecular, apresentam uma individualidade gerada por sua própria organização, que constantemente regenera seus componentes, suas condições de existência e mesmo seu limite físico com o restante do meio. Em outras palavras, reconstruímos de modo simplificado e com pontuais críticas a argumentação que os leva a afirmar que todo ser vivo é um *sistema autopoietico molecular*, e que esta definição é necessária e suficiente para caracterizá-los.

Neste ponto, contudo, introduzimos a discussão acerca dos pluricelulares, ou *metacelulares*, nas palavras de Maturana e Varela. Replicamos os principais argumentos para se compreender os sistemas pluricelulares de acordo com os teóricos da autopoiese, mostrando a solução por eles esboçada. Talvez em razão de, com efeito, o tema ter sido postergado pelos autores chilenos, a abordagem que propõem apresenta algumas inconsistências e imprecisões bastante indesejáveis, as quais apontamos em detalhe, ainda no primeiro capítulo. Em especial, os teóricos da autopoiese sustentam uma espécie de consideração de sistemas pluricelulares como autopoieticos por simples posse de componentes autopoieticos, em alguns momentos, admitindo que esta é uma aposta arriscada, em outros.

Outro problema que apontamos a algumas de suas teses é que, se por um lado os autores defendem que a relação todo-parte é binária, ou seja, que uma unidade simples pode ter correlação com apenas uma unidade composta em outro domínio, por outro eles apontam que um sistema metacelular, composto de células, pode ser *também* distinguido enquanto composto de moléculas e, portanto, pode ser *também* um organismo molecular autopoietico. Além da incongruência entre os argumentos sustentados, que é ignorada pelos autores, a própria noção de distinção de organismos pluricelulares enquanto máquinas autopoieticas moleculares é colocada à prova.

Buscamos mostrar, e acreditamos que tenhamos mostrado, que os sistemas pluricelulares não podem ser concebidos como unidades definidas por uma organização autopoietica no espaço molecular, uma vez que não é possível nem identificar sua estrutura com o conjunto das estruturas celulares, nem estabelecer uma diferenciação clara entre suas estruturas neste domínio, que é critério *sine qua non* para a identificação de uma unidade autopoietica. Neste ponto, confrontados os critérios postos pelos próprios autores com sua ideia de que sistemas pluricelulares podem, sem problemas, ser identificados como sistemas autopoieticos a nível molecular, com superestruturas que se sobrepõem às estruturas particulares das células, vimos que tal concepção parece bastante problemática e incongruente.

Findado o primeiro capítulo a partir da percepção de que o tratamento dado pelos autores da autopoiese à definição dos seres pluricelulares é insuficiente ou problemático, iniciamos o segundo capítulo deste trabalho com uma abordagem distinta. Primeiramente, argumentamos em favor do abandono do argumento, defendido pelos autores chilenos, de que é impossível a materialização de uma organização autopoietica em outros domínios que não o molecular. Para isso, seguindo interpretações dadas em discussões mais recentes acerca da autonomia biológica<sup>163</sup>, buscamos mostrar que os critérios usados por Maturana e Varela para descartar os demais domínios como possíveis locus da organização autopoietica deixam de fora, ao menos, o domínio no qual células existem como unidades simples, se não outros.

Argumentamos, portanto, em favor de que as células podem ser, de fato, componentes dos sistemas pluricelulares que costumamos pensar que elas integram, sem quaisquer prejuízos à sua organização autopoietica particular, e sim o oposto, uma vez que parece-nos que a perda da organização autopoietica faria com que a célula deixasse de poder constituir-se como componente. Os próprios Maturana e Varela dão-nos alguns argumentos para pensar as células na posição de componentes de sistemas maiores, enquanto que publicações mais recentes por parte de outros autores nos ajudaram a formular o modo como o sistema poderia constrenger o funcionamento das unidades celulares.

Nossa argumentação seguiu, então, no sentido de defender que as células, juntamente à matriz extracelular – um complexo bioquímico,

---

<sup>163</sup> Serviram-nos como fonte de compreensão desta questão e de desdobramentos da discussão os escritos de autores como El-Hani, Moreno, Ruiz-Mirazo, Matteo, Arnellos e outros, assim como certas passagens dos livros dos próprios teóricos originais da autopoiese, Maturana e Varela.

não-autopoiético, que coexiste no mesmo domínio que as células, sendo produzido por elas e interagindo de modo a transformá-las – constituem os componentes do sistema pluricelular e, além disso, estabelecem relações e processos de produção e transformação, concatenadas de tal modo que o produto de tais processos são outros componentes, que mantêm de modo homeostático a organização do sistema. Em outras palavras, inferimos, do modo como se sabe que os seres vivos funcionam, que, no domínio fenomenológico a nível celular, os seres vivos pluricelulares podem ser, sem erro, distinguidos enquanto *unidades autopoiéticas celulares*.

A fim de endossar esta ideia, finalmente, buscamos traçar alguns rumos que a abordagem de sistemas pluricelulares desse modo nos permite pensar, acerca da fenomenologia biológica concernente a eles e com referência à organização autopoiética que parecem apresentar. Assim, surge a possibilidade de se pensar daqui em diante, de modo sistemático, os processos de constrangimento por parte do *todo* pluricelular sobre *partes* celulares, a distribuição de nutrientes, assim como os processos de desenvolvimento, crescimento, reprodução e mesmo herança e evolução do sistema pluricelular ao longo de gerações, afora os demais fenômenos biológicos que manifestem-se através da operação de sistemas pluricelulares. Todas estas considerações, inclusive, carregam a principal vantagem que uma definição de organismo baseada no conceito de autopoiese parece possuir, que é estar munida um critério único para a identificação destes sistemas, fundado em coerências operacionais observáveis, que define um mecanismo generativo por meio do qual podem-se compreender todos os demais fenômenos biológicos com referência às unidades que os realizam.



## REFERÊNCIAS

ALVES, M.A.S. **A autopoiese em Maturana e Luhmann**. In Revista do CAAP., v. 10, pp. 37-55, 2001. Disponível em versão manuscrita em: [http://ufmg.academia.edu/MarcoAntonioSousaAlves/Papers/894158/A\\_autopoiese\\_em\\_Maturana\\_e\\_Luhmann](http://ufmg.academia.edu/MarcoAntonioSousaAlves/Papers/894158/A_autopoiese_em_Maturana_e_Luhmann). Acesso em: 29/10/2018.

ARNELLOS, A.; MORENO, A., RUIZ-MIRAZO, K. **Organizational requirements for multicellular autonomy**: insights from a comparative case study. In *Biology & Philosophy*, N. 29, 2014, p. 851-884.

BARBOSA, F.S. **Modelo de impedância de ordem fracional para a resposta inflamatória cutânea**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011. Dissertação (mestrado), UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Biomédica, 2011.

BEDAU, M.A. **Four Puzzles About Life**. In *Artificial Life*, N. 4. 1998, pp. 125-140.

BUNGE, M. **Some topical problems in biophilosophy**. In *J. Social Biol. Strut.* 1979, pp. 155-172.

CAMERON, W. **Autopoiesis, Agency and Accident**: Criteria for the Attribution of Life. In *System Research*, No 18, 2001, pp. 447-459.

CAPONI, G. **El correlato ecológico del semaforonte**. In *Ludus Vitalis*, vol. XXV, num. 48, 2017, pp. 1-28.

CAPONI, G. **La Distinción entre Biología Funcional y Biología Evolutiva como Clave para la Discusión del Reduccionismo en Ciencias de la Vida**. *Caderno de História da Filosofia*, Campinas, Série 3, v. 14, n. 1, pp. 119-157, jan-jun. 2004.

CAPONI, G. **Taxonomia dos empreendimentos reducionistas**. In *Filosofia e História da Biologia*, v. 9, n. 1, pp. 19-38, Rio de Janeiro, RJ: Booklink, 2014.

CHIU, L.; EBERL, G. **Microorganisms as scaffolds of host individuality**: an eco-immunity account of the holobiont. In *Biol Philos*, 31, 2016, pp. 819–837.

CHYBA, C.F.; CLELAND, C.E. **Defining life**. In *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, 32. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002, pp. 387–393.

CLARKE, E. **A levels-of-selection approach to evolutionary individuality**. In *Biol Philos*, 31, 2016, pp. 893-911.

DAHL, M.; HUNTER, J.; SAVIN, J.; WELLER, R. **Clinical Dermatology**. 4ed. Massachusetts, USA: Blackwell Publishing, Inc., 2008.

DAMIANO, L.; LUISI, P.L. **Towards an Autopoietic Redefinition of Life**. In *Orig Life Evol Biosph*, 40, 2010, pp. 145–149.

DIEGUEZ, A. **Life as a Homeostatic Property Cluster**. In *Biol. Theory*, 7ed. DOI 10.1007/s13752-012-0052-4. 2013, pp. 180-186.

EL-HANI, C.N. **Níveis na ciência, níveis na realidade**: evitando o dilema holismo/reducionismo no ensino de ciências e biologia. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FOLSE, H.J.; ROUGHGARDEN, J. **What is an individual organism? A multilevel selection perspective**. In *The Quarterly Review of Biology*, Vol. 85, No. 4. University of Chicago Press, 2010, pp. 447-472.

FRENK, S.; VARELA, F. **The organ of form**: towards a theory of biological shape. In *Journal of Social Biological Structure*, 10. London: Academic Press Inc., 1987, pp. 32-42.

HABER, M.H. **In defense of the organism**. In *Biol Philos*, No 29, 2014, pp. 885-895.

LUHMANN, N; GEORGI, R. **La sociedad de La sociedad**. México: Herder, 2007.

MATURANA, H. **Autopoiesis**: Reproduction, Heredity and Evolution. In: Zeleny, M. (org.), *Autopoiesis, dissipative structures and spontaneous social orders*, AAAS Selected Symposium 55. Westview Press, Boulder CO, 1980, pp. 45-79.

MATURANA, H. **Biologie der Sozialität**. In: Schmidt, S. J. (ed.), *Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus*. Suhrkamp, Frankfurt, 1985, pp. 287-302.

MATURANA, H. **Ontology of observing**: The biological foundations of self consciousness and the physical domain of existence. In *Conference Workbook: Texts in Cybernetics*, American Society For Cybernetics Conference. Felton: CA, 1988.

MATURANA, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Tradução: Cristina Magro, Victor Paredes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.

MATURANA, H. **Autopoiesis, Structural Coupling and Cognition**: A history of these and other notions in the biology of cognition. In *Cybernetics & Human Knowing*, Vol. 9, No. 3-4, 2002, pp. 5-34.

MATURANA, H.; MPODOZIS, J. **Origen de las especies por medio de la deriva natural**. Chile: Direccion de bibliotecas archivos y museos, 1992.

MATURANA, H. VARELA, F. **De máquinas y seres vivos**: *Autopoiesis: La organización de lo vivo*. 5ª ed. Santiago de Chile: Ed. Universitaria, 1998.

MATURANA, H. VARELA, F. **El árbol del conocimiento**: las bases biológicas del entendimiento humano. Buenos Aires: Lumen, 2003.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**: Diversidade, evolução e herança. Tradução de Ivo Martinazzo. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 1998.

MAYR, E. **Biologia, Ciência Única**: Reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. Tradução de Marcelo Leite. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2011.

MINGERS, J. **Self-producting systems**: Implications and Applications of Autopoiesis. New York: Plenum Press, 1995.

MORENO, A.; MOSSIO, M. **Biological Autonomy**: A Philosophical and Theoretical Enquiry. In History, Philosophy and Theory of the Life Sciences, Vol 12, ISSN 2211-1956. Springer Science Business Media, Dordrecht, 2015.

OPENSTAX. **Connections between cells and cellular activities**. OpenStax, Biology. OpenStax CNX, 2018. Disponível em: <<http://cnx.org/contents/185cbf87-c72e-48f5-b51e-f14f21b5eabd@11.6>>.

MORENO, A.; PERETÓ, J.; RUIZ-MIRAZO, K. **A universal definition of life**: Autonomy and open-ended Evolution. In Origins of Life and Evolution of the Biosphere. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004, pp. 323-346.

TEUBNER, G. **O direito como sistema autopoietico**. Tradução: José Engrácia Antunes. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.

VARELA, F. **El fenómeno de la vida**. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones S.A., 2000.

WILSON, J.A. **Ontological Butchery**: Organism Concepts and Biological Generalizations. In Philosophy of Science, Vol. 67, Supplement. 2000, pp. S301-311.