



Universidade Federal  
de São João del-Rei



Anderson Luiz do Vale Fonseca

**A COLÔNIA DE FORMIGAS ESTÁ CONSCIENTE?  
UMA ANÁLISE SOB A ÓTICA DO PAMPSIQUISMO**

São João Del Rei

2022

**A COLÔNIA DE FORMIGAS ESTÁ CONSCIENTE?  
UMA ANÁLISE SOB A ÓTICA DO PAMPSIQUISMO**

Anderson Luiz do Vale Fonseca

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Filosofia da  
Universidade Federal de São João Del  
Rei.

Linha de pesquisa: Metafísica e Mente.  
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Leal  
Toledo.

São João Del Rei

2022

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)  
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ, com  
os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L953c Luiz do Vale Fonseca, Anderson.  
A Colônia de formigas está consciente? : Uma análise  
sob a ótica do Pampsiquismo / Anderson Luiz do Vale  
Fonseca ; orientador Gustavo Leal Toledo. - São João  
del-Rei, 2022.  
115 p.

Dissertação (Mestrado - Filosofia) -- Universidade  
Federal de São João del-Rei, 2022.

1. Colônia de Formigas. 2. Combinacionismo. 3.  
Consciência. 4. Pampsiquismo. I. Leal Toledo,  
Gustavo , orient. II. Título.



*Universidade Federal de São João del-Rei*  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA**

**ATA Nº 1**

**ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Aos 16 dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e dois, às 09h30min, no Zoom, instalou-se a banca examinadora de dissertação de mestrado do aluno ANDERSON LUIZ DO VALE FONSECA. A banca examinadora foi composta pelos professores Dr. Gustavo Leal Toledo, orientador, o examinador externo, Dr. Giovanni Rolla, UFBA, examinador interno, Marco Aurélio Sousa Alves, UFSJ. Deu-se início a abertura dos trabalhos, por parte do professor Gustavo Leal Toledo, que, após apresentar os membros da banca examinadora e esclarecer a tramitação da defesa, de imediato solicitou o candidato que iniciasse a apresentação da dissertação, intitulada *A Colônia de Formigas Está Consciente? Uma análise sob a ótica do Pampsiquismo*, marcando um tempo de 20 minutos para a apresentação. Concluída a exposição, o Prof. Gustavo Leal Toledo, presidente, passou a palavra ao examinador externo, Giovanni Rolla, para arguir o candidato, e, em seguida, a examinador interno, Marco Aurélio Sousa Alves para que fizesse o mesmo; após o que fez suas considerações sobre o trabalho em julgamento; tendo sido **Aprovado**; **Reprovado**; **Aprovado** condicionalmente o candidato, conforme as normas vigentes na Universidade Federal de São João del-Rei. A versão final da dissertação deverá ser entregue ao programa, no prazo de 60 dias; contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora e constante na folha de correção anexa. Nada mais havendo a declarar, eu, Gustavo Leal Toledo, presidente desta banca examinadora, lavro esta ata, a qual será lida e assinada pelos membros da banca.

Prof. Dr. Marco Aurélio Sousa Alves UFSJ (orientador)

Prof. Dr. Gustavo Leal Toledo - UFSJ (membro interno)

Giovanni Rolla - UFBA (membro externo)

Dedico este trabalho ao meu tio Severino Fernandes Gomes (*in memoriam*) que, em vida, compartilhou comigo sua paixão pela Filosofia e me presenteou com agradabilíssimas conversas à orla de Iriri.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Gustavo Leal Toledo pela diligente e paciente orientação e aos demais professores membros da banca, Dr. Marco Aurélio Sousa Alves e Dr. Giovanni Rolla pela leitura desta dissertação e do projeto.

À Secretaria da Educação do Estado do Ceará pela liberação para a realização desta pesquisa.

Agradeço também aos professores do Departamento de Filosofia e Métodos da UFSJ, por me ofertarem uma nova perspectiva do mundo e da Filosofia, em especial: Bruno Leonardo Cunha, Cássio Côrrea Benjamin e Richard Romeiro Oliveira.

Ao Coordenador do curso, Prof. Dr. Luiz Paulo Rouanet, sempre gentil e atencioso.

À minha esposa, Fernanda, por me seguir na aventura de se transferir para um lugar diferente e belo, por entender a importância desta pesquisa para mim, por estar ao meu lado nos momentos felizes e nos difíceis. Obrigado pelo amor, carinho e colo.

À minha filha, Ana Clara, por entender que, em certas horas, o silêncio era fundamental para a escrita. Obrigado também pelos momentos divertidos e pelas risadas gostosas.

Aos meus pais, Ricardo e Anelita, que desde o início desta jornada, estiveram comigo, incentivando, auxiliando, me presenteando com afeto e boas lembranças. Agradeço pai por nestes últimos dois anos me ensinado a importância do bom-humor, e mãe, o valor da temperança.

À minha irmã, Andressa, por me amar e saber tirar de mim o riso.

À minha tia, Elizabeth, por desde a juventude, incentivar-me a seguir o caminho da Filosofia. Graças às suas ações, estou trilhando.

À minha avó, Alzira (*in memoriam*), que vi, abracei, ri, beijei, antes de sua partida.

À minha sogra, Maria Neuda, pela acolhida em sua casa, pela serenidade e suporte afetivo.

Aos amigos de Mestrado, Ana Grein, Fernando Conceição e Felipe Martins, pelo apoio e a força durante o curso, além das leituras e sugestões para este trabalho.

Aos amigos Mariel Reis e Morena Cambará pela oportunidade de sentir o carinho e o respeito, em uma tarde agradável em Niterói.

À Júlio Feijão, por ser mais que um amigo, um irmão, cuja gentileza e sobriedade ressaltam seu valor pessoal.

Aos amigos que conheci graças à rede social Twitter, colaboraram com minha pesquisa, e compartilhei saberes, João Rezende, Bruna Paese, Vitória de Oliveira, Aryel Goes e Jeferson Huffermann.

À Daniel Friedman pela presteza e discussões riquíssimas em torno do tema deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luke Roelofs, por compartilhar sua pesquisa e mesmo interesse pela colônia de formigas. Obrigado pela troca de conhecimento e atenção. Este trabalho, de certo modo, dialoga com o seu.

## RESUMO

A semelhança entre o padrão de interação dos neurônios do cérebro humano e a colônia de formigas torna esta última objeto da hipótese de ser uma estrutura apta a ter uma consciência. Assim, a definição de Thomas Nagel da consciência como algo que é ser para um organismo se torna basilar para o exame dela como um possível sujeito experiencial. A colônia de formigas, se considerada um organismo, poderia ser um sujeito apto a ter experiências internas. No entanto, a falta de um princípio geral de organização psicofísica afeta a ideia de mente na teoria de Nagel. Por isso, desenvolvemos com base no Pampsiquismo, critérios de análise da colônia, apresentando quais características ela deve atender para ser qualificada como consciente. Dessa maneira, ela se torna um modelo apropriado para o exame do argumento de Nagel. Não defendemos que a colônia de formigas é um organismo genuíno, mas que, caso seja, terá algum tipo de experiência consciente. No tratamento dessa questão, examinamos a abordagem enativa para o sistema vivo, a fim de verificar se a colônia é um indivíduo biológico, e, em seguida, à luz do combinacionismo, se é possível que as mentes das formigas embasem a mente da colônia. Concluímos que, a partir do modo de interação das partes com o todo, pode haver mais de uma resolução para o problema, i.e., a consciência da colônia depende do modo como seus componentes estão física e fenomenalmente integrados.

**Palavras-chave:** Colônia de Formigas. Combinacionismo. Consciência. Pampsiquismo.

## **ABSTRACT**

The similarity between the interaction pattern of neurons in the human brain and the ant colony makes the latter an object of the hypothesis of being a structure capable of having a consciousness. Thus, Thomas Nagel's definition of consciousness as something that is to be for an organism becomes fundamental for the examination of it as a possible experiential subject. The ant colony, if considered an organism, could be a subject capable of having internal experiences. However, the lack of a general principle of psychophysical organization affects the idea of mind in Nagel's theory. Therefore, we developed based on Panpsychism, criteria for colony analysis, presenting which characteristics it must meet in order to be qualified as conscious. In this way, it becomes an appropriate model for examining Nagel's argument. We do not argue that the ant colony is a genuine organism, but that, if it is, it will have some kind of conscious experience. In dealing with this question, we examine the enactive approach to the living system, in order to verify whether the colony is a biological individual, and then, in the light of combinationism, whether it is possible for the ants' minds to underlie the ant's mind. We conclude that, based on how the parts interact with the whole, there may be more than one resolution to the problem, i.e., the colony's consciousness depends on the way how its components are physically and phenomenally integrated.

**Keywords:** Ant Colony. Combinationism. Conscience. Panpsychism.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. O MONISMO NAGELIANO E A COMPOSIÇÃO MATERIAL.....</b>	<b>19</b>
2.1 Considerações Iniciais .....	19
2.2 As quatro premissas do Monismo Nageliano .....	21
2.3 O conceito de organismo em Thomas Nagel.....	27
2.3.1 A premissa da Composição Material, ou Antidualismo. ....	27
2.3.2 A premissa do Antirreduccionismo.....	32
2.3.3 A premissa da Antiemergência .....	35
2.3.4 A premissa do Realismo .....	42
2.4 O Problema da Combinação .....	46
2.4.1 O Argumento da Soma de Sujeitos.....	46
<b>3. A COLÔNIA DE FORMIGAS É UM ORGANISMO? .....</b>	<b>50</b>
3.1 Considerações Iniciais .....	50
3.2 A Concepção Enativa de Vida.....	52
3.2.1 O modelo de vida mínima e a autopoiese .....	52
3.2.2 O Sistema Autônomo Autopoiético. ....	55
3.3 O argumento de William M. Wheeler .....	66
3.4 O que torna a colônia efetivamente um organismo, de acordo com a Sociobiologia....	71
3.4.1 Cooperação.....	71
3.4.2 Comunicação.....	75
3.5 A colônia de formigas como um organismo.....	79
<b>4. HÁ COMO É SER UMA COLÔNIA DE FORMIGAS? .....</b>	<b>84</b>
4.1 Considerações Iniciais .....	84
4.2 As formigas são organismos conscientes?.....	85
4.2.1 A hipótese de Colin Klein e Andrew B. Barron.....	86
4.3 É possível combinar mentes? .....	88
4.4 O Argumento do Combinacionismo.....	92
4.4.1 O experimento mental dos Antareanos Cabeças-de-Formigas .....	100
4.4.2 Respostas? .....	105
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>112</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>115</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O romance de ficção científica *Solaris*, do autor polonês Stanislaw Lem (2003), narra a história de uma expedição científica até a Estação Espacial que circunda o planeta Solaris. O objetivo dessa expedição é verificar a hipótese de um imenso oceano que ocupa quase toda a superfície do planeta ser, na verdade, um organismo consciente. O Oceano é descrito como algo vivo, um fluido altamente integrado, apesar de, desprovido de sistema nervoso e de células. Mas a hipótese de ser uma entidade consciente desafia o conceito de mente e de corpo. Este exemplo literário sugere que a ideia de organismo que temos não parece ser exata para definir quais sistemas complexos são sujeitos de experiência. Devemos aceitar a possibilidade de que, havendo diferentes formas biológicas e, por sua vez, diferentes mentes, a própria noção de consciência é imprecisa.

Esse caso acima ilustra o tema central de nossa dissertação, um problema crítico na teoria da consciência do filósofo inglês Thomas Nagel: o Problema da Composição. Este problema trata da maneira como a consciência está vinculada à organização de um sistema biologicamente complexo. É comum o estudioso da mente afirmar que qualquer sujeito para ser capaz de experiência subjetiva precisa ter um cérebro, como nós humanos. Se esta afirmação for verdadeira, uma colônia de formigas não seria capaz de sentir o ambiente com o qual interage. Porém, se ela, mesmo sem uma rede nervosa conectando os componentes, é capaz de ter algum tipo de experiência consciente, então o argumento da relação mente-cérebro é incorreto. Podemos, a partir daí, supor que organismos sem sistemas nervosos ou com rede neural distribuída, podem também ser organismos conscientes. Esse problema é o ponto fraco do argumento de Nagel, pois, para ser resolvido, requer um princípio geral que explique a maneira como as propriedades físicas e as propriedades mentais são reunidas para produzir um sujeito de experiência.

O conceito de Composição Material, uma das premissas do raciocínio de Nagel, estabelece que a consciência depende do modo de disposição material das entidades físicas básicas (átomos, elétrons, etc.), na composição do organismo. Ou seja, a experiência consciente de um sistema vivo se encontra estreitamente conectada com a forma em que seus componentes físicos estão relacionados. Isso significa que cada organismo terá um processo diferente de interação desses componentes formando, então, uma mente subjetiva. As diferenças entre um e

outro são em grau. Assim, é possível que haja estruturas com níveis alto, baixo, ausente, e até mesmo intermediários de consciência. E cada nível, por sua vez, corresponde a uma relação específica entre parte e todo, se é um sistema orgânico, ou se está entre o orgânico e o não-orgânico. Durante o desenvolvimento embrionário, por exemplo, pode existir um momento fronteiro entre a individualidade e a não-individualidade (ou ser um agregado celular), um momento em que somos incapazes de determinar quando há um organismo. Nesta linha, a consciência também seria indeterminada. Como desconhecemos a relação exata dos componentes físicos para constituir o todo, temos que considerar a consciência como uma propriedade imprecisa do sistema biológico.

O Problema da Composição envolve, portanto, a inconsistência do conceito de organismo. Em linhas gerais, se a noção de indivíduo é vaga, por sua vez, a de consciência também será. Ademais, Nagel não apresenta um princípio de organização geral que esclareça a combinação correta das partes para formar uma entidade subjetiva. Por conseguinte, qualquer relação entre parte e todo que atenda ao conceito de organismo de uma dada teoria científica, pode ser qualificada como um indivíduo genuíno. Contudo, isso significa que talvez não seja necessário ter um cérebro para ser um sujeito consciente, mas o tipo de conexão entre o sistema e seus subsistemas bastaria, como uma rede de comunicação eficaz. Sendo assim, uma colônia de organismos unicelulares como a *Caravela-Portuguesa*, cujo corpo é similar à de uma água-viva, teria alguma experiência como unidade. Do mesmo modo, uma colônia de insetos sociais. Estamos, nesse caso, nos baseando em sistemas que não têm uma rede neural biológica conectando suas partes a um núcleo central.

Mas como determinar se um organismo está estruturado de modo apropriado para ter uma consciência? A água-viva que não tem um sistema nervoso centralizado, mas distribuído nos tentáculos, teria algum tipo de consciência? A formiga, ou a abelha, mesmo sem um córtex neural superior, tem experiência subjetiva? Uma colônia, seja ela feita de corpos unicelulares ou multicelulares, teria consciência como um indivíduo? Não sabemos a resposta. Não sabemos se é necessário ter um córtex cerebral para ter uma subjetividade. E não sabemos se é suficiente ser um organismo para ser um sujeito de experiência.

Entretanto, Nagel define a consciência como *algo que é ser um organismo*. Nesta definição, a mente não tem existência sem um corpo. Entretanto, não está claro, segundo este argumento, se um organismo unicelular teria algum aspecto qualitativo da experiência, mesmo que desprovido de uma rede neural básica. Nem mesmo Nagel tem certeza quanto a essa

possibilidade, o que deixa brechas para analisar a ideia de composição presente em seu argumento. Um organismo consciente seria um sistema material organizado de *forma correta*, isto é, de modo que as partes estejam conectadas o suficiente para constituir um todo unificado.

Porém, a composição admite que nem todo sistema vivo estaria organizado da *forma correta* para ser um sujeito de experiência. Em outras palavras, um organismo desprovido de cérebro não estaria apto a sentir o meio internamente. Mas até esta ideia parece controversa. Ser um organismo é bastante para ter uma experiência subjetiva? Se a resposta for positiva, então a ideia de associar exclusivamente a consciência a sistemas nervosos pode não ser exata. Nesse sentido, uma célula seria um sujeito experiencial? O raciocínio de Nagel, encontra, portanto, o seguinte obstáculo: para definir o que é a mente, precisamos entender o que é o corpo. E, se não há um conceito preciso de indivíduo biológico, tão pouco haverá um de consciência. Nesse caso, como já dito acima, qualquer forma de organização material concebida como sistema vivo estará adequada para ser vista como consciente em algum grau.

Ademais, Nagel defende uma perspectiva irrestrita da composição. Para ele, os componentes físicos que constituem um sistema complexo, podem ser recombinaados para compor outro sistema. Entretanto, a noção de parte e de todo também é vaga. Os átomos que compõem uma pessoa humana são *parte* dela e, por sua vez, ela é *parte* de uma nação ou comunidade. Ora, se a composição irrestrita for verdadeira para qualquer relação parte-todo, um indivíduo pode ser composto por outros indivíduos, desde que exista uma interação capaz de produzir uma unidade.

Por conseguinte, elaboramos a seguinte hipótese: *se* uma colônia de formigas estiver estruturada como um organismo terá uma experiência subjetiva. Esta hipótese, se verdadeira, desafia a concepção de indivíduo como um corpo delimitado no espaço, e sugere que um indivíduo pode ser um corpo disperso com uma mente unificada ou próxima de uma unificação. Desse modo, a colônia de formigas é um modelo para examinar a ideia de composição na teoria nageliana. Ela pode ser um indivíduo genuíno, mas isso não quer dizer que tenha uma consciência altamente integrada. Na verdade, desconhecemos qual nível de consciência a colônia de formigas teria. Existem diferentes respostas para a questão.

Assim, analisamos a colônia dentro da ótica da composição física e fenomenal, observando as características que fundamentam a noção dela como indivíduo e a forma como as experiências das formigas são combinadas. Como resultado, ambos os aspectos estão

contidos no sujeito e, devido a isso, um sujeito seria uma estrutura física que sustenta uma estrutura fenomenal.

A Composição Fenomenal, por sua vez, estabelece que as propriedades mentais das partes devem estar ligadas entre si por uma relação não-física de modo a produzir um sujeito de experiência. Isso significa que a consciência do sujeito depende da forma como se dá essa ligação. Essa concepção nageliana se baseia na ideia do cérebro dividido como uma única mente desunificada. A consciência seria então, para Nagel, produto da integração das propriedades mentais dos componentes físicos do cérebro. Como resultado dessa perspectiva, em vez de sustentar que o organismo, ou melhor, o cérebro é física e subjetivamente um todo indivisível, ele defende que é física e subjetivamente composto por partes que se conectaram de modo a produzir, a consciência física e experiencialmente integrada.

A hipótese de uma colônia de formigas ser um sujeito experiencial nos motiva, portanto, a examinar a composição na teoria nageliana da consciência. Em nosso ponto de vista, se a colônia de insetos sociais for um organismo genuíno, então será uma entidade com algum grau de consciência. Para isso, ela precisa estar de acordo com a tese de que os estados mentais conscientes de um sistema complexo derivam das propriedades mentais de seus componentes e suas complexas interações.

Neste sentido, as formigas devem ser capazes de ter experiência subjetivas e, por algum meio material, compartilhar essas experiências de modo a produzir uma unidade experiencial. Mas o tipo de consciência da colônia como um todo depende primeiro do modo como as partes estão materialmente integradas, se fraca ou fortemente e, em segundo, do modo como estão experiencialmente relacionadas, se fraca ou fortemente. Além disso, para estarmos abertos à hipótese de ela ter algum caráter subjetivo da experiência, é preciso que seus componentes interajam entre si de forma a constituí-la como um organismo. Entretanto, não significa que sendo ela um organismo, terá uma experiência fortemente unificada. É possível que, além de uma resposta dicotômica, do tipo “sim” ou “não”, outras respostas possam ser formuladas com base nas conexões físicas e mentais.

De acordo com a tese do combinacionismo, o modo de organização física e fenomenal das partes determina o tipo de consciência da unidade. Sob essa ótica, ainda que a colônia de formigas constitua um indivíduo verdadeiro, não significa que terá uma experiência integrada. Pode acontecer da experiência individual das formigas estar isolada do todo e algumas destas experiências serem unificadas. Tal Também há um terceiro cenário possível, de se encontrar

em uma região intermediária. Essas respostas esbarram no Problema de Fronteira, a ideia de que há um limite na combinação da consciência das partes para constituir a consciência do todo. A consciência da colônia como unidade seria composta pela consciência das formigas reunidas de um modo específico. Logo, dependendo do modo como a interação entre as partes é interpretada, teremos mais de uma resposta.

Ora, se o modo como estão dispostos os elementos básicos determina a qualidade da experiência individual do sujeito, então a noção de consciência da teoria nageliana pode ser analisada como uma *propriedade vaga* da composição material. Isso significa dizer que da mesma maneira que não sabemos o número exato de fios de cabelo para uma pessoa ser qualificada como calvo ou não-calvo, também não sabemos qual o limite exato entre o organismo e o não-organismo. Com efeito, podem existir diferentes níveis de consciência vinculados à diferentes modos de estrutura material.

A colônia de formigas se revela um importante modelo de análise para o estudo da mente, pois permite testar diferentes teorias da consciência<sup>1</sup> a partir do padrão de conexão entre seus membros. Considerando que esse padrão é similar ao modo como os neurônios no cérebro estão relacionados, parece correto imaginar a colônia como um exemplo de mente a ser investigado. Além disso, ela lança um novo olhar para o conceito de indivíduo. Em vez de supormos estruturas cujos componentes estão estreitamente próximos, podemos aceitar a hipótese de um único corpo com suas partes distribuídas no espaço, ou de um único organismo feito a partir da reunião de outros organismos. Em suma, a colônia de formigas é um exemplo apropriado para o exame da composição na teoria nageliana da consciência.

Com isso em vista, primeiro nossa análise se centra na composição material e, em seguida, na composição fenomenal. Dessa maneira, ordenamos os capítulos da presente dissertação: os capítulos 1 e 2 abordam o problema da composição material, enquanto o capítulo 3, o problema da composição fenomenal. Assim, no capítulo 1, examinamos a premissa da Composição Material e as outras três que fundamentam o Pampsiquismo, segundo o qual certas entidades físicas básicas têm consciência. Em seguida, usamos as premissas como parâmetros

---

<sup>1</sup> As conversas por e-mail com o neurobiólogo Daniel Friedmann se tornaram proveitosas. Friedman também vê a colônia de formigas como um modelo de teste para teorias da consciência, tanto que postulou um modelo matemático, chamado ACT (Ant Colony Test), inspirado, pelo que parece, na Teoria da Informação Integrada (TII), para verificar empiricamente quais respostas o modelo de colônia oferece. Assim como ele, acreditamos que a colônia de formigas é um modelo adequado até mesmo para examinar o Pampsiquismo e seu *hard problem*. Ver Friedman, Daniel Ari; Sjøvik, Eirik. **The ant colony as a test for scientific theories of consciousness**. Synthese 198, 2019, p. 1457–1480. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11229-019-02130-y>.

para determinar se uma colônia de insetos sociais poderia ser consciente. No início do capítulo, expomos o lado controverso da teoria da consciência de Nagel, delineando como a correlação entre consciência fenomenológica e organização material torna o próprio conceito de mente numa propriedade imprecisa da composição. Depois, esmiuçamos cada uma das premissas que fundamentam o Pampsiquismo: composição material, antirreducionismo, antiemergentismo e realismo. Existe uma relação entre as três últimas e a primeira: a consciência do sujeito depende do modo como as partes conscientes estão combinadas. A partir daí, analisamos as premissas como parâmetros para verificar se a colônia de formigas pode ser um sujeito experiencial. Se a colônia estiver estruturada como um indivíduo genuíno, ela terá alguma fenomenalidade. No entanto, não sabemos de que tipo. Por fim, elucidamos como o chamado Problema da Combinação se aplica à colônia de insetos sociais.

Adiante, no capítulo 2, buscamos um conceito estrito de organismo em contraposição ao conceito vago do monismo nageliano. Isto porque o problema da composição é, justamente, a falta de uma definição exata do que é vida. Tendo em conta que a teoria de Nagel não esclarece o que entende por organismo e se limita a uma abordagem mecanicista desse conceito, uma alternativa a isso se mostra essencial. Assim, a teoria do Enativismo a qual argumenta ser o sistema vivo um sistema que se autoproduz, parece mais apropriada para o exame da colônia como indivíduo biológico. Essa teoria, com base na célula, estabelece critérios para determinar se um sistema complexo é uma entidade viva. Embora o Enativismo seja uma visão oposta ao Pampsiquismo, não exploramos as diferenças entre uma teoria e outra. A análise se limita somente quanto às características físicas de um organismo.

Por conseguinte, apresentamos os critérios de validação enativista e o aplicamos à colônia de formigas para verificar se ela se enquadra. Identificamos, então, dois aspectos de um sistema autônomo, o acoplamento estrutural e o fechamento organizacional, os quais se tornam referência para investigar os mecanismos que fundamentariam a colônia de formigas como uma unidade. Por fim, chegamos à teoria biológica da organismalidade, para analisar se é possível dizer se a colônia de formigas é um indivíduo genuíno.

No capítulo 3, abordamos a Composição Fenomenal a fim de examinarmos se as formigas são sujeitos experienciais e se são capazes de combinar suas experiências em um todo consciente. Nesse caso, a consciência da colônia estaria fundada na consciência de suas partes. Dessa maneira, investigamos primeiro se as formigas têm um sistema neurofisiológico adequado para ter uma experiência subjetiva e, em seguida, de que maneira elas combinariam

essas experiências. Para desenvolver esta linha de pensamento, nos embasamos no argumento do Pansiquismo de que a consciência é um composto de partes conscientes. Considerando que a colônia de formigas é um paradigma da mente, ela pode ser vista do mesmo modo. Nesse sentido, discutimos a ideia de Composição Fenomenal para, a partir dela, analisarmos a ideia de consciência como informação integrada. Por fim, com base no argumento de fronteira, apresentamos quatro respostas, levando em conta a organização material da colônia e a forma de combinação das experiências conscientes.

Em suma, a colônia de formigas é um modelo de estudo do conceito de composição, na teoria de Thomas Nagel. Ela pode ser um sujeito consciente, ou até mesmo semi-consciente. Portanto, nosso objetivo é evidenciar que colônias de indivíduos biológicos, como as formadas por insetos sociais, caso constituam um organismo, devem ter algum tipo de consciência. É com esta leitura que estruturamos a presente dissertação.

## 2. O MONISMO NAGELIANO E A COMPOSIÇÃO MATERIAL

### 2.1 Considerações Iniciais

Nossa Pesquisa intenciona analisar teoricamente se uma colônia de formigas possui experiência consciente. Para isso, tomamos como base a ideia da consciência como “algo que é sentir-se para o organismo” (NAGEL, 1979, p. 166, tradução nossa). Esse conceito, se aplicado à colônia de formigas, sugere ser possível ela apresentar aspectos qualitativos e subjetivos da consciência. No entanto, apesar de Thomas Nagel estabelecer as condições ontológicas da experiência subjetiva: “ser um organismo”, “sentir-se ser como um organismo”, ele não explicita o sentido dado à primeira condição, o que leva a impossibilidade de verificar a segunda objetivamente. Por isto é relevante examinarmos a visão do filósofo sobre a ordem material, bem como a relação com a experiência de um sistema vivo.

Iniciemos nossa análise com o experimento de pensamento da máquina de teletransporte, proposto por Derek Parfit na obra *Reasons and Persons* (1986). A experiência consiste em um computador capaz de escanear com precisão a posição de todas as moléculas e seus característicos estados de energia e transmiti-los a uma estação receptora no planeta Marte. No exato momento em que o corpo é escaneado, o original é destruído, e o que surge do outro lado é uma cópia fisicamente idêntica. Este caso é evidentemente uma situação hipotética imaginada a partir da série de ficção científica *Star Trek*, exibida na tevê na década de 1970. Contudo, o objetivo desse experimento mental é examinar o problema da consciência na perspectiva fisicalista. Em linhas gerais, se o materialismo for verídico, os estados mentais, então, serão idênticos aos estados cerebrais. Nesse caso, a cópia terá os mesmos estados mentais que o original, pois os estados cerebrais são funcionalmente iguais.

Imaginemos, na esteira desse raciocínio, que um ser consciente, em um sentido amplo do termo, como um gato, seja teletransportado. Digamos que o felino é o bicho de estimação do físico Erwin Schrödinger. Durante o escaneamento, o gato é destruído e, do outro lado, usando as moléculas do solo marciano, o computador recrie o gato fisicamente idêntico. Consideremos que seja verdadeiro que o computador conhece exatamente em qual posição molécula por molécula deve se encontrar, e, em qual estado energético, que é capaz de discriminar e reorganizar cada átomo na constituição de um organismo, então o animal gerado terá a mesma consciência que a do original aniquilado no processo de teletransportação? Essa

operação depende de o conhecimento do computador ser preciso, ou se possui algum nível de incerteza. O que pretendemos argumentar é que a máquina deve ordenar os componentes físicos corretamente para que a cópia tenha subjetividade, pois a experiência consciente depende da organização adequada da composição material.

Considerando as possibilidades expostas, há três resultados concebíveis<sup>2</sup>:

- a. O gato está organizado de modo adequado, mas não tem experiência consciente.
- b. O gato não está organizado de modo adequado para ter uma experiência consciente.
- c. O gato está organizado de modo adequado para ter uma experiência consciente.

Cada resultado pode ser interpretado da seguinte maneira: em “a” é um organismo, mas não uma entidade subjetiva<sup>3</sup>; em “b”, se não é um organismo, então também não é uma entidade subjetiva; em “c” se é um organismo, então é uma entidade subjetiva. Disso se depreende existir uma conexão entre a forma como as partes físicas estão combinadas e o aparecimento da consciência. A conexão pode ser contingente ou necessária. Se for contingente, a mente pode seguir ou não da emergência do organismo. Por sua vez, se for necessária, a mente se segue somente da emergência do organismo.

Este problema que permeia a teoria da consciência de Thomas Nagel envolve o vínculo entre organização material e experiência fenomenológica. Se, de um lado, o organismo (e o cérebro) é explicável em uma linguagem fisiológica, que aborda as interações físico-químicas entre células; do outro, a experiência consciente, como a sensação de cócegas na pele, ou a emoção despertada por uma música, não é descritível em termos neurobiológicos ou computacionais. Porém, a consciência está ligada à emergência dos sistemas vivos. Não à toa, Nagel (2013, p. 109) ressalta: [...] “nós ainda não concebemos como poderia ser uma explicação de natureza física de um fenômeno mental”.

---

<sup>2</sup> Para elaborar essa ilustração, nos baseamos no argumento de James Van Cleve (1990). Segundo esse filósofo, a relação entre consciência e sistema vivo como matéria organizada na visão nageliana implica que certas estruturas complexas não estão com suas partes físicas combinadas de modo a gerar um organismo com experiência subjetiva, enquanto outras estão. Em contrapartida, segundo o argumento da concebilidade é possível também imaginar a existência de dois seres idênticos fisicamente sendo que apenas um deles têm consciência, enquanto o outro é um zumbi. Assim, embora o autor não use, o experimento do teletransporte permite aplicar essas interpretações aos resultados hipotéticos. Sobre o argumento de Cleve examinamos com mais detalhe adiante neste capítulo. Ver CLEVE, James Van. *Mind – Dust or Magic? Pansychism versus Emergence*. **Philosophical Perspectives**, 4, 1990, p. 216-217. Ver também CHALMERS, David J. **The conscious mind: In search of a fundamental theory**. New York: Oxford University Press, 1996, p. 84-88.

<sup>3</sup> Entidade subjetiva é uma terminologia usada por Thomas Nagel para se referir a organismos conscientes.

Por conseguinte, Nagel afirma no ensaio *What it is like to be a bat?* [Como é ser um morcego?] (1979), que a relação mente-corpo implica na análise da consciência a partir da ótica do organismo. Contudo, o conceito de organismo adotado por ele é indeterminado (THOMPSON, 2014). No experimento mental do Teletransporte, por exemplo, o computador precisa ter um conhecimento integral da disposição das partes físicas para gerar o felino. Do mesmo modo, o problema da consciência parece estar em investigar a estreita conexão entre a composição material e a experiência subjetiva. Ou seja, a consciência depende do modo como as partes físicas de um sistema vivo estão ordenadas.

Neste capítulo, examinaremos o conceito fisicalista de entidade biológica no pensamento de Thomas Nagel, bem como a relevância para a teoria do monismo de aspecto dual. Para tal, explicaremos de modo pormenorizado sua teoria da consciência, tomando como base as quatro premissas do Pampsiquismo analisadas por ele no ensaio *Panpsychism* (1979), que constituem seu sistema filosófico. Essas quatro premissas também serão examinadas como parâmetros para investigar se a colônia de formigas atende aos requisitos necessários para ser consciente. Nessa perspectiva, o principal objetivo na presente pesquisa é argumentar que o vínculo entre consciência e organismo no monismo nageliano é essencial para estabelecer se tal conexão também se dá em superorganismos<sup>4</sup>.

## 2.2 As quatro premissas do Monismo Nageliano

O filósofo Thomas Nagel, em seu ensaio *Panpsychism*, publicado no livro *Mortal Questions*, afirma que o Pampsiquismo<sup>5</sup> é “a visão de que os constituintes físicos básicos do universo têm propriedades mentais, sejam eles partes ou não de organismos vivos” (1979, p. 181, tradução nossa)<sup>6</sup>. Esse argumento tem como fundamento quatro premissas simples (NAGEL, 1979; CLEVE, 1990), a saber:

---

<sup>4</sup> Um superorganismo é uma comunidade social de organismos individuais da mesma espécie que alcançam pela alta cooperação a formação de um organismo unificado. Uma colmeia de abelhas ou uma colônia de formigas tal como um briozóario são considerados superorganismos. Sendo assim, caso um tipo específico de colônia seja capaz de experiência consciente, imagina-se que as demais também possam ter. Ver HÖLLDOBLER, Bert.; WILSON, Edward O. **El Superorganismo**. 1ª ed. Buenos Aires: Katz Editores, 2014.

<sup>5</sup> Em linhas gerais, “é a tese de que algumas entidades microfísicas são conscientes, isto é, há algo que é como ser um quark ou um fóton ou um membro de algum outro tipo físico fundamental” CHALMERS, David. **Panpsychism and Panprotopsychism**. 2013, p. 1, tradução nossa.

<sup>6</sup> Embora os autores de abordagem pampsiquista, citados na presente dissertação, façam usos de termos com sentidos equivalentes, como *fenomenal*, ou, *experiencial* para se referir ao caráter subjetivo da experiência de um sujeito consciente, nós optamos por adotar a terminologia usada por Thomas Nagel nas obras *Visão de Lugar Nenhum* (2004) e *Mortal Questions* (1979): *mental*, ou, *experiencial*. Esses termos serão citados com frequência.

1. **Composição material**, ou, **Antidualismo**, segundo a qual qualquer organismo vivo é um sistema material complexo, consistindo em um grande número de partículas combinadas de modo especial;
2. **Antirreducionismo**, no qual assevera que os estados mentais não são propriedades físicas do organismo e nem inteligivelmente derivadas apenas de suas propriedades físicas;
3. **Realismo ou Antieliminativismo**, ou a visão de que estados mentais são propriedades genuínas do organismo e não são propriedades de nada em absoluto;
4. **Antiemergentismo**, ou o entendimento da não existência de propriedades verdadeiramente emergentes de sistemas complexos, mas que são inteligivelmente derivadas das propriedades de seus constituintes e de seus efeitos um sobre os outros quando combinados.

No que tange à relação entre as quatro premissas, Nagel conclui:

Se as propriedades mentais de um organismo não estão implicadas por quaisquer propriedades físicas, mas devem derivar de propriedades dos constituintes do organismo, esses constituintes devem ter propriedades não-físicas das quais a aparência das propriedades mentais segue quando a combinação é do tipo certo.

Como qualquer matéria pode compor um organismo, toda matéria deve ter essas propriedades. E como a mesma matéria pode ser transformada em diferentes tipos de organismos com diferentes tipos de vida mental (dos quais encontramos apenas uma pequena amostra), ela deve ter propriedades que impliquem o aparecimento de diferentes fenômenos mentais quando a matéria é combinada em diferentes modos (1979, p. 182, tradução nossa).

Nesse sentido, a premissa antidualista concebe o sistema vivo como um arranjo ordenado de componentes materiais. Tal ideia de base reducionista assegura que a emergência do organismo pode ser descrita mecanicamente, isto é, como parte da ordem espaço-temporal objetiva (HULL, 1975). A partir desta ótica, as estruturas biológicas resultam da combinação exata e harmoniosamente ordenada de átomos; em outras palavras, as propriedades do organismo dependem da forma em que estão materialmente dispostas. Como consequência disso, Nagel afirma:

Um organismo animal é composto de elementos que se compõem, por sua vez, de partículas subatômicas encontradas em todo o universo físico conhecido. Portanto, pode-se construir um corpo humano vivo a partir de suficiente quantidade de qualquer coisa. [...] É preciso apenas recombina-los adequadamente os componentes básicos (2004, p. 43-44).

Ora, ainda que a premissa da composição material seja verdadeira, o conceito de **forma adequada** é impreciso, pois não responde à questão central de compreender o modo como os componentes físicos básicos se combinam para dar origem a uma unidade biológica dotada de consciência e mente. Em suma, o que Nagel alude como forma adequada é, na verdade, a raiz do problema que assombra o Pampsiquismo, conhecida como o problema da combinação.

Este dilema envolve compreender a configuração exata em que partículas físicas com qualidades mentais se agrupam para originar uma unidade consciente e de que modo as propriedades intrínsecas são agrupadas para produzir um sujeito consciente<sup>7</sup>. Ou seja, o respectivo pressuposto é dilemático, pois abrange relações psicofísicas contingentes. No experimento do teletransporte, por exemplo, o computador precisa determinar a estrutura material a emergir, o que requer um conhecimento completo das leis naturais, mas isto não é possível. Logo, a cópia surgida em solo marciano pode ou não ser consciente.

De acordo com essa explanação, o princípio nageliano da consciência diz respeito à relevância de uma teoria composicional que elucide como as entidades físicas fundamentais se agrupam para formar um organismo biológico com macrofenomenalidade<sup>8</sup> (NAGEL, 1995; 2000; CHALMERS, 2013). Na perspectiva de Evan Thompson (2014) e William A. Dembski<sup>9</sup> (2012), a noção mecanicista de organismo adotada por Nagel é inconsistente, não à toa se torna uma pedra de tropeço em seu argumento do monismo de aspecto dual. Uma alternativa talvez se encontre em uma definição mais bem elaborada de vida, uma que, mesmo partindo da ideia de ordem material, determine as características essenciais de um sistema vivo.

A premissa antirreducionista estabelece que os fenômenos mentais são propriedades não-físicas do organismo. Esta ideia corresponde à visão do filósofo de que os fatos mentais

---

<sup>7</sup> Na presente dissertação os conceitos organismo e sujeito estão sendo abordados no mesmo sentido dado por Thomas Nagel. O Organismo é a unidade produzida pela cooperação das partes. O sujeito, por sua vez, é o todo consciente. Quando usamos o termo organismo estamos nos referindo ao composto material. Quando usamos o termo sujeito experiencial estamos nos referindo à ideia do todo como algo capaz de experiência consciente.

<sup>8</sup> A macrofenomenalidade corresponde ao estado mental de uma entidade macrofísica, tal como a humana. Em outras palavras, há algo que é ser este estado mental do organismo. Ver CHALMERS, David. **The Combination Problem for Panpsychism**, 2017, p. 3.

<sup>9</sup> Ver DEMBSKI, William A. Defecting from Darwinian Naturalism: A Review of Thomas Nagel's Mind & Cosmos. **Evolution News & Science Today**, 2012. Disponível em: [https://evolutionnews.org/2012/11/defecting\\_from/](https://evolutionnews.org/2012/11/defecting_from/). Acesso em 14 de setembro de 2020.

não podem, em virtude de sua natureza subjetiva, serem reduzidos a fatos físicos (NAGEL, 2004). As experiências subjetivas como a visão do vermelho, o sabor do café ou a sensação de frio ocorrem dentro da mente com um tipo de interioridade diferente da interioridade dos estados cerebrais (1995). Estas experiências privativas do sujeito consciente mesmo ocorrendo como um processo físico no cérebro, não são analisáveis em termos das partes físicas que as constituem.

Assim, de acordo com Nagel (2004), a melhor explicação é que os estados mentais derivem das propriedades mentais das entidades físicas fundamentais. Com efeito, no animal existem dois aspectos essenciais, o mental e o físico. Este é o fundamento do monismo de aspecto dual sustentado pelo autor. Sua tese pauta-se em considerar os átomos como capazes de experiências internas, e, somente a partir da reunião destas experiências em uma unidade biológica que se tem um sujeito consciente.

Somos levados, então, à premissa do Realismo. De acordo com este conceito, os fenômenos mentais são produtos biológicos, eventos reais que ocorrem no cérebro do animal. Uma máquina com inteligência artificial, por exemplo, jamais terá uma experiência subjetiva<sup>10</sup>. Segue daí que, apenas organismos são sujeitos conscientes (NAGEL, 2004). Em vista disso, Nagel escreve:

Estados mentais conscientes são estados reais de algo, sejam meus ou de uma criatura alienígena. [...] assim, quando um rato, ou uma mosca, ou um homem passa a existir porque a matéria foi combinada de certas maneiras, os estados mentais resultantes parecem pertencer ao organismo por falta de um lar melhor (1979, p. 193, tradução nossa).

Se somente entidades biológicas têm estados mentais conscientes, então o princípio realista implicaria na existência de uma conexão necessária entre a neurofisiologia do sistema vivo e a aparência dos estados mentais. E esta é a posição defendida pelo filósofo Thomas Nagel. Ele afirma que a relação entre a mente e o cérebro, sendo necessária, não há como imaginar a experiência consciente sem a fisiologia (2000). Contudo, para que o vínculo seja

---

<sup>10</sup> Neste ponto, o Realismo parece ser uma espécie de Naturalismo biológico, posição defendida por John Searle, no sentido de que mente e vida estão associadas. Porém, o Naturalismo biológico de Nagel seria do tipo brando, porque para ele, os fenômenos mentais escapam à explicação fiscalista. Em outras palavras, a mente faz parte do mundo natural, mas ser parte não quer dizer que seja caracterizada pelas leis da mecânica. SEARLE, John. **A Redescoberta da Mente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998, p. 15.

necessário, as propriedades mentais devem ser não-emergentes, fator de conexão com a última premissa a ser explicada a seguir.

A antiemergência, na ótica pampsiquista, defende as propriedades mentais de um sistema como não emergentes. Nessa perspectiva, elas estariam fundadas nas propriedades micromentais das entidades microfísicas que o compõem. Na visão pamprotopsiquista, as propriedades mentais de um organismo estão fundadas nas propriedades protomentais das partículas como o elétron ou os quarks. Entretanto, é do arranjo das partes físicas em uma ordem correta, especificamente na estrutura do cérebro, que acontece a mente. O argumento da antiemergência recusa a ideia da consciência como um evento somente de grande escala e defende sua origem a partir das características mentais do nível micro.

O monismo nageliano alicerçado nas quatro premissas do Pampsiquismo conclui ser a consciência um aspecto fundamental da natureza. Porém, Nagel, não convencido da doutrina pampsiquista, defende uma posição diferente, o Pamprotopsiquismo, isto é, a visão de que em tais componentes a protoconsciência é fundamental e ubíqua<sup>11</sup>. Na ótica pampsiquista, as entidades microfísicas têm propriedades micromentais, isto é, há algo que é ser como um elétron. Na ótica pamprotopsiquista, as entidades microfísicas têm propriedades protomentais, isto é, o elétron não possui um ponto de vista, senão em um estado *potencial*. Dessa maneira, é da combinação coletiva das propriedades protomentais que se seguem as propriedades mentais características dos estados mentais conscientes. Assim, segundo a teoria do monismo de aspecto dual:

[...] as propriedades mentais do organismo complexo devem resultar de certas propriedades de seus componentes básicos, devidamente combinadas: essas não podem ser propriedades meramente físicas pois, do contrário, quando combinadas, elas produzirão apenas outras propriedades físicas. [...] seus elementos, deve ter propriedades protomentais. [...] deve ser algo que, quando somado ao que acontece na outra metade, constitui uma vida mental integral! (NAGEL, 2004, p. 79, 81).

Se os estados mentais são produtos da ordenação das partes físicas na geração de um ser biológico, somente organismos teriam consciência<sup>12</sup>, não agregados ou coleções (NAGEL,

<sup>11</sup> Ver GOFF, Philip; SEAGER, William; ALLEN-HERMANSON, Sean. **Panpsychism**. The Stanford Encyclopedia of Philosophy, Edward N. Zalta (ed.), 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/panpsychism>. Acesso em 25 de outubro de 2020.

<sup>12</sup> Mas é importante destacar, tomando como base o resultado “a” do experimento do gato teletransportado, a existência de organismos desprovidos de consciência, o que resulta na ideia de que as propriedades mentais não estariam presentes em todas as entidades físicas fundamentais, senão em algumas.

1979; 2004). Este é o pensamento de Thomas Nagel: a consciência é inerente às formas de vida orgânica. No entanto, visto ser sua perspectiva mecanicista do ser vivo inconsistente (THOMPSON, 2014), para contornar o problema aparente de suas formulações faz-se necessário uma teoria composicional que busque elucidar o modo como os elementos físicos com propriedades protomentais geram entidades subjetivas.

Consideramos que as quatro premissas do Pampsiquismo podem ser interpretadas como condições para que uma unidade tenha experiência consciente. Em síntese: uma determinada ordem material complexa poderá ser consciente se as entidades físicas que a compõem também forem conscientes. No entanto, precisam estar dispostas de modo a constituir um organismo. Por isso, essas quatro premissas, se tomadas como critérios, podem ser aplicadas à Colônia de formigas. Se a colônia atender a estes parâmetros terá algum tipo de experiência subjetiva. Portanto, ela precisa, segundo a

- a. Composição Material: Ser uma estrutura cuja ordenamento das partes é suficiente para ter uma consciência. Ou seja, a Colônia de formigas precisa ser **realmente** um organismo.
- b. Antirreducionismo: Uma explicação da mente da Colônia com base apenas na descrição do comportamento de suas partes não é suficiente.
- c. Realismo: Se a Colônia é um organismo genuíno, segue que ela tenha estados mentais conscientes.
- d. Antiemergência: A mente da Colônia não é uma propriedade emergente, mas deriva diretamente da soma das mentes individuais das formigas. Por conseguinte, as formigas têm que ser conscientes.

Em suma, a colônia sendo um organismo, terá uma consciência e mesmo que sua subjetividade derive diretamente da soma das subjetividades individuais, não é redutível a uma explicação unicamente comportamentalista. Ainda que a emergência da colônia seja elucidada a partir do comportamento cooperativo das partes, não é suficiente. É importante acrescentar a possibilidade de os componentes terem estados subjetivos de consciência. O ponto de partida de análise da presente pesquisa será baseado na teoria pampsiquista, fundada na tese de que micromentes podem compor macromentes, quando combinadas em uma estrutura integrada.

Ademais, não é nosso interesse defender uma resposta conclusiva, porém demonstrar que a colônia parece atender aos critérios *a*, *b*, *c* e *d*. Especificamente, se a colônia é realmente uma entidade viva, achamos ser possível que tenha algum tipo de experiência consciente.

Até aqui, examinamos brevemente as quatro premissas que fundamentam o monismo nageliano. Em seguida, analisaremos cada uma minuciosamente dentro da mesma perspectiva que Thomas Nagel estruturou o ensaio *What it is like to be a bat?* (1979), a saber: organismo e consciência. O objetivo de nossa análise até aqui é explicitar a ideia de que vida e mente têm um vínculo estreito. Com base nisso, a seguir investigaremos como cada premissa estabelece um modelo de análise da Colônia.

## **2.3 O conceito de organismo em Thomas Nagel**

### **2.3.1 A premissa da Composição Material, ou Antidualismo.**

De acordo com Nagel, “existe uma ligação muito estreita entre a vida mental e o corpo e que nenhum evento mental pode ocorrer sem que se produza uma mudança física no corpo – no caso dos vertebrados, no cérebro – de seu sujeito” (2004, p. 43). Dessa maneira, em sua visão, é inconcebível o dualismo de substâncias, pois argumenta que a natureza é composta por duas substâncias independentes e irreduzíveis entre si (JUPIASSU & MARCONDES). Em contrapartida, ele afirma que mente (o aspecto não-físico do mundo natural) e corpo (o aspecto físico do mundo natural) são duas diferentes qualidades de uma terceira substância (NAGEL, 2004). Neste caso, os estados mentais não ocorrem divorciados dos estados físicos. Na verdade, a mente depende da organização dos componentes físicos em uma forma apropriada. Essa dependência também significa que o estreito vínculo é estabelecido somente na emergência da entidade biológica. Segue-se disso que:

Um organismo animal é composto de elementos que se compõem, por sua vez, de partículas subatômicas encontradas em todo o universo físico conhecido. Portanto, pode-se construir um corpo humano vivo a partir de suficiente quantidade de qualquer coisa [...]. É preciso apenas recombina-rem adequadamente os componentes básicos. O único modo de reproduzir essa recombinação é pelo processo biológico natural de nutrição e crescimento [...] (NAGEL, 2004, p. 43-44).

Desse modo, é delineada a primeira premissa do monismo nageliano, chamada de Composição Material, apresentada no ensaio *Panpsychism*:

Qualquer organismo vivo, incluindo um ser humano, é um sistema material complexo. Consiste em um grande número de partículas combinadas de uma maneira especial (...). Qualquer coisa, se discriminada o suficiente e reorganizada, poderia ser incorporada em um organismo vivo. Nenhum componente além da matéria é necessário (NAGEL, 1979, p. 181, tradução nossa).

Se nos basearmos no argumento acima, então, um organismo é algo como um conjunto de peças *Lego* montado em uma estrutura apropriada. Os átomos estariam dispostos em relações cada vez mais complexas na construção de um corpo ajustado segundo leis naturais. Essa definição mecanicista (ou fisicalista) é controversa e incompatível com o monismo de aspecto dual (CHURCHLAND, 2004). Primeiro, o termo “ordem adequada”, sob a qual a premissa da Composição Material se sustenta, não é claro. Qual é o sentido de “adequado” que o autor atribui? Quais os critérios para se garantir que um dado organismo está em uma *forma adequada*? Segundo, também não está claro quanto ao tipo de relação causal entre a organização física e a experiência subjetiva de uma entidade biológica, sequer de que modo a estrutura física produz uma estrutura experiencial.

No caso das proposições de Nagel (1965; 2004), ele se atrela a uma espécie de conceito fisicalista do sistema vivo, sobre o qual estabelece as bases do monismo de aspecto-dual-pamprotopsiquista<sup>13</sup>, a que também podemos chamar de monismo nageliano – (usaremos estes termos de modo intercambiável). Nesta ótica, “os processos mentais são idênticos aos processos físicos” (NAGEL, 2004, p. 73), mas isso não significa uma redução ontológica de uma propriedade à outra, apenas que os estados mentais são propriedades reais do organismo. Nesse sentido, enquanto a estrutura biológica existir haveria um sujeito com experiência consciente (2004).

Por esse viés, o filósofo parece sustentar um Fisicalismo (ou Naturalismo) brando, no sentido de que aceita que existe uma natureza física dos eventos mentais, contudo, não acredita ser possível explicar a verdade dessa proposição. Como define Bunge: “O naturalismo é uma cosmovisão segundo a qual todos os existentes são naturais e nenhum deles é espiritual ou sobrenatural. Numa formulação negativa: **não há nada fora da natureza**” (2017, p. 145, grifo nosso). É sob essa ótica naturalista que Nagel (2004) defende uma concepção de mundo sem centro, em que a subjetividade e a objetividade são reunidas em uma teoria integrada da

---

<sup>13</sup> Esta expressão é o nome que o filósofo Jiri Benovsky emprega para qualificar a visão do Pampsiquismo, de Thomas Nagel. Mas podemos também chamá-la de monismo de aspecto-dual-pampsiquista. Ver BENOVSKY, Jiri. **Mind and Matter: Panpsychism, Dual Aspect Monism, and the Combination Problem**. SpringerBriefs in Philosophy, 2018.

realidade, como diferentes aspectos do mundo natural. O erro do Fisicalismo consiste em sustentar que a Consciência é redutível a uma explicação materialista. No entanto, Nagel discorda dessa ideia, para ele “é inútil embasar a defesa do materialismo em qualquer análise do fenômeno mental que falhe em lidar explicitamente com seu caráter subjetivo” (2013, p. 110). À vista disso, o autor defende um tipo de fisicalismo em que os processos mentais existem efetivamente na natureza.

No ensaio *Physicalism*, Nagel (1965, p. 340, tradução nossa) parece estar convencido de que uma versão branda do fisicalismo explicada anteriormente é a mais pertinente. A fim de defender essa ideia, ele explica que:

Estou inclinado a acreditar que alguma teoria fisicalista fraca do terceiro tipo é verdadeira, e que qualquer fisicalismo plausível incluirá algumas identidades de estado e evento, tanto particulares como gerais. Mesmo uma visão fraca, portanto, deve ser defendida contra objeções à possibilidade de identificar qualquer condição psicológica com uma condição física. É com tais objeções gerais que devemos nos ocupar.

Ademais, o filósofo afirma que a consciência torna o fisicalismo uma posição “misteriosa”, incompreendida. Isto pois, a consciência revela existir na natureza um tipo de dualidade inconciliável entre a subjetividade e a objetividade. Segundo ele:

Seria um engano concluir que o fisicalismo deve ser falso. Nada está provado pela inadequação das hipóteses fisicalistas que utilizam uma análise objetiva, mas falha, da mente. Seria mais verdadeiro dizer que o fisicalismo é uma posição que nós não podemos compreender, porque nós não temos atualmente qualquer concepção de que modo poderia ser verdadeiro (NAGEL, 2013, p. 114).

Nessa perspectiva, a premissa da Composição Material, ou Antidualismo, é basilar no argumento naturalista de que existe apenas uma substância, da qual as propriedades mentais e físicas são duas qualidades mutuamente irreduzíveis. Este conceito, tido como monismo de aspecto dual concebe a entidade subjetiva como um sistema físico que tem um ponto de vista. De acordo com a concepção nageliana, se “um grande número de partículas [estão] combinadas de uma maneira especial” (NAGEL, 1979, p. 181), então o que temos é um organismo subjetivo. Todavia, a premissa da Composição Material, aponta para outras possíveis conclusões sobre o conceito abordado por Nagel (BENOVSKY, 2018; CLEVE, 1990; CHALMERS, 2013):

1. Nem toda matéria organizada como organismo está na forma adequada para ser uma entidade biológica com experiência subjetiva.

2. Se nem toda matéria organizada como organismo está na forma adequada para ter experiência consciente, então, somente algumas partes físicas têm propriedades mentais, das quais quando combinadas *de modo especial* segue-se uma entidade subjetiva.
3. Por conseguinte, somente algumas entidades biológicas terão uma experiência consciente.

Se forem consideradas as relações entre os enunciados acima, é possível inferir a possibilidade metafísica de zumbis: seres biológicos funcional e fisicamente idênticos a nós (ou qualquer outro ser consciente), porém, desprovidos de consciência fenomenal<sup>14</sup> (CHALMERS, 1996). Em contrapartida, se depreende que nem todos os componentes físicos possuem propriedades mentais, apenas quando aquelas partes físicas que contém propriedades mentais são combinadas é que é produzida uma mente. Esse raciocínio também pode significar que a relação casual entre eventos físicos e estados mentais depende da estrutura física. Se nem todo sistema físico está organizado de modo a ter uma experiência consciente, segue-se que somente algumas entidades microfísicas têm propriedades mentais, conclui o filósofo James Van Cleve (1990).

Esse autor afirma que a composição resulta na ideia de que somente alguns constituintes físicos básicos do universo têm propriedades mentais, em vez da perspectiva de que todos têm. Por conseguinte, se só alguns constituintes físicos básicos têm propriedades mentais, a reunião apenas de tais elementos não pode, então, compor um organismo subjetivo. Se considerarmos, por exemplo, que existem dois tipos de componentes físicos: quarks inteligentes e quarks estúpidos então não é possível fazer um organismo a menos que tenha alguns quarks inteligentes (CLEVE, 1990). Portanto, a tese de que todo e qualquer organismo biológico será consciente, defendida por outros pesquisadores como Cleve, é apontada como inválida.

De acordo com esse raciocínio, alguns sistemas vivos terão um tipo de experiência consciente, outros não. Frente aos debates existentes a respeito desse tema, o próprio Nagel admite essa possibilidade quando escreve: “A experiência consciente é um fenômeno difundido. Ela acontece em muitos níveis da vida animal, apesar de não estarmos certos de sua presença em organismos simples” (2013, p. 109). Nessa concepção, um organismo eucariótico

---

<sup>14</sup> Ter uma consciência fenomenal significa ter uma experiência qualitativa seja do verde da grama ou da dor. Por exemplo, enquanto eu, caso seja beliscado, terei a sensação da dor e, em seguida, reagirei com um grito, um zumbi, ao contrário, pode até gritar, fugir, mas não há nenhuma sensação interna da dor.

como o paramécio possivelmente teria algum tipo de experiência, e o mesmo pode ser dito a respeito de formas de vida mais complexas como os artrópodes e os moluscos.

Apesar das contra-argumentações, pesquisadores como Roelofs<sup>15</sup> (2019) consideram que a premissa da Composição Material serve de parâmetro para a Colônia de formigas. De certa forma, o argumento estabelece que qualquer estrutura cujas partes físicas estão combinadas de modo preciso será suficiente para ter uma consciência. Assim, se a Colônia de formigas for uma organização cujas partes estão combinadas adequadamente para ser um organismo, poderá apresentar uma consciência. Este é o ponto que nos interessa quando se trata das colônias de formigas. Na visão pampsiquista, se a Colônia é um organismo, seus componentes físicos deveriam cooperar entre si a fim de constituir a entidade viva (SCHWITZGEBEL, 2015). Ademais, a combinação das experiências conscientes de cada formiga poderia formar a experiência da Colônia (ROELOFS, 2015; 2019).

No entanto, esta experiência depende da estrutura em que as partes estão dispostas, ou melhor, ela é decorrente do nível de integração que há no sistema: se forte ou fraco (TONONI & KOCH, 2014). Isso significa, também ser possível que nem toda colônia esteja organizada de modo a ter uma experiência. Contudo, a possibilidade metafísica desse argumento depende de encontrarmos um conceito de sistema vivo mais estrito, o conceito mecanicista não nos parece correto, em seu lugar, achamos que uma visão composicional aninhada, isto é, a ideia de um sistema maior ser composto de sistemas menores está mais de acordo com algumas das atuais teorias biológicas do organismo.

Portanto, ainda que seja possível considerar uma resposta positiva, há muitas questões ainda a serem abordadas, como: Que tipo de estrutura é a colônia? Tal estrutura é, de fato, o bastante para ter uma consciência? De que modo as mentes individuais são combinadas para formar a Mente da Colônia? Para respondê-las, faz-se necessário primeiramente examinar as demais premissas do monismo nageliano, pois fornecem ideias essenciais para nosso tema. Posto isto, ao final de cada seção, comentaremos a relação entre a premissa e a colônia de formigas, abordando que ideia ela suscita. Entretanto, não estamos certos se a resposta é

---

<sup>15</sup> Ver ROELOFS, Luke. **Philosophy Phridays: Anty-Nesting and Anty-Combination**. The Daily Ant Myrmecology Dies in Darkness, February 22, 2019. Disponível em: <https://dailyant.com/2019/02/22/philosophy-phriday-anty-nesting-and-anty-combination/>. Acesso em 26 de maio de 2019. Sobre o argumento de Roelofs, iremos examinar com detalhes no capítulo quatro.

positiva ou negativa, outras possibilidades devem ser pensadas, visto que o modo de conexão implica no tipo de consciência.

### 2.3.2 A premissa do Antirreducionismo

Tendo em vista que a consciência é um evento que se segue à organização material em estruturas vivas, é natural pensar que os fatos mentais sejam inteiramente explicados em termos dos fatos físicos. A premissa da Composição Material pode sustentar uma interpretação fisicalista da consciência. Nesse sentido, abordaremos as reflexões referentes a essa possibilidade.

O Fisicalismo é a tese de que a natureza, ou a essência de toda a realidade concreta, pode ser descrita em termos da física (STRAWSON, 2006). Segundo ela, uma pessoa com todos os seus atributos psicológicos é nada mais que seu corpo com os atributos físicos; em outras palavras, o mental é idêntico ao físico (NAGEL, 1965). Um exemplo padrão dessa tese é um quarto de água ser idêntico à coleção de moléculas que a compõem, cada uma contendo dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. As mudanças de estados da água correspondem à forma como as moléculas estão espacialmente dispostas e de acordo com a força atrativa intermolecular (1965). No entanto, a identidade entre o estado psicológico de uma pessoa e o estado físico do corpo parece ser diferente.

De acordo com Nagel (1965), um fisicalismo forte irá afirmar a existência de uma identidade geral entre uma condição psicológica e sua contraparte física. Por sua vez, em outras versões desse mesmo fisicalismo, teremos desde **fraca**, a posição de que não há conexão entre identidades gerais no nível da sensação com identidades estritas; **muito fraca ou de terceiro tipo**, que não exige que uma condição física encontrada seja idêntica estritamente a qualquer condição psicológica, especialmente a intencional; **super fraca**, que afirma não haver qualquer tipo de identidade.

Por conseguinte, o pesquisador em questão afirma que a teoria do fisicalismo ou fisicalismo realista considera os estados mentais como idênticos aos estados físicos (STRAWSON, 2006). Nesse sentido, sendo o ser humano inteiramente um sistema material complexo, espera-se que os fenômenos mentais sejam também completamente descritos pela física. Contudo, para Nagel (1965) é falso que os termos da física capturem a natureza da experiência. Na verdade, o argumento fisicalista viola a Lei de Leibniz, a qual assim se define: dado um objeto x que é um e o mesmo que y, significa que todas as propriedades de x são as

mesmas que de *y*. No caso dos estados mentais, a Lei de Leibniz requer que as propriedades fenomenais de *x* sejam idênticas às propriedades físicas de *y*.

Desse modo, após estas etapas, pode-se dizer que uma dada sensação corresponde a um evento físico local no cérebro. Por exemplo, a sensação de dor pode ser descrita pelos estímulos nas fibras-C. No entanto, a afirmação de que o experiencial (a dor) é físico (estímulos nas fibras-C) é problemática, porque nada se sabe a respeito da natureza intrínseca do físico, o que se conhece são apenas relações causais e nomológicas. A dor que sinto após meu dedo ser espetado por um espinho, é minha dor, é uma sensação que só eu sou capaz de entender e sou eu quem a experiencio, não são os neurônios de meu cérebro que doem, nem as células epiteliais, sou eu, a pessoa que as sente. Do mesmo modo, o equivalente físico da impressão auditiva da música de Franz Schubert é silencioso. Isso, contudo, não significa que o fenômeno mental não seja físico, e sim que as propriedades da experiência não podem, dada a sua natureza subjetiva e privativa, serem reduzidas a termos físicos (NAGEL, 2004). Segundo o autor:

É inútil embasar a defesa do materialismo em qualquer análise do fenômeno mental que falhe em lidar explicitamente com seu caráter subjetivo. [...] sem alguma ideia do que seja o caráter subjetivo da experiência, nós não podemos saber o que é requerido para uma teoria fisicalista (NAGEL, 2004, p. 110).

O argumento de a natureza do mental não poder ser explicável completamente pelo fisicalismo é o que embasa a segunda premissa do monismo nageliano, a do antirreducionismo. Essa concepção equivale à visão de que “os estados mentais comuns, como pensamento, sentimento, emoção, sensação ou desejo, não são propriedades físicas do organismo – comportamentais, fisiológicas ou outras – e não estão implícitos apenas pelas propriedades físicas” (NAGEL, 1979, p. 182, tradução nossa).

Considerar os estados mentais comuns como não implícitos e nem como propriedades físicas do organismo leva o filósofo a pressupor que haja propriedades não-físicas ou experienciais nas entidades físicas fundamentais e que tais propriedades são independentes das propriedades físicas ou não-experienciais. Temos então, de acordo com a reflexão de Nagel (1965; 1995; 2004), um corpo biológico com duas propriedades, das quais a mental não é descrita pelo fisicalismo. Em outras palavras, a experiência consciente é uma qualidade irreduzível do organismo, porque sensações, pensamentos e desejos não são mensuráveis como átomos ou células.

A partir desta ótica, Nagel apresenta duas objeções ao fisicalismo. A primeira está em identificar o fato de uma pessoa tendo uma sensação  $x$  com o fato de seu corpo encontrando-se em um estado físico  $y$  (NAGEL, 1965). Nessa perspectiva, o estado mental da dor não deve ser descrito estritamente como sendo estímulos nas fibras-C, mas como sendo o estado da pessoa que as têm. Quando ouço Jimi Hendrix, posso descrever a cadeia de eventos físicos que resultam na impressão auditiva, mas a sensação de ouvir a música, o modo como experiencio cada alteração melódica é algo exclusivo a mim. A experiência não é redutível a uma explicação nos termos das relações entre as partes físicas do evento mental. De acordo com o filósofo:

Quando afirmamos que uma pessoa tem uma sensação de certa descrição B, isso não deve ser tomado como afirmando que ali existe um  $x$  e um  $y$  tal que  $x$  é uma pessoa e  $y$  é a sensação e B ( $y$ ), e  $x$  tem  $y$ . Em vez disso, devemos considerá-la como a afirmação da existência de apenas uma coisa,  $x$ , tal que  $x$  é uma pessoa, e ademais C ( $x$ ), onde C é o atributo “tem uma sensação de descrição B”. A especificação desse atributo é realizada em parte pela atribuição de propriedades para a sensação; mas isso é meramente parte da atribuição deste estado psicológico para a pessoa (NAGEL, 1965, p. 342).

Se segue desta afirmativa que a atribuição de propriedades fenomenais deve ser feita à pessoa (ou organismo) que está experienciando elas. Tendo em vista que os estados mentais (não-locais) não são os mesmos que os estados físicos (locais), no caso do sentimento de dor, o indivíduo que esteja nesse estado mental específico, continuará nele, mesmo enquanto o corpo é destruído, pois tal estado corresponde ao estado do organismo. Nesse contexto, a experiência consciente significa algo que é o corpo (ou o cérebro) naquele estado específico. Logo, o fenômeno mental não é idêntico teórico ou estritamente a um evento local, mas corresponde à experiência do organismo (NAGEL, 1965).

A segunda objeção de Nagel ao fisicalismo é um efeito direto da primeira. Para ele, o estado mental é privado ao possuidor e de nada mais, é o seu ponto de vista singular. Em linhas gerais, “[se] estou no estado  $x$  *sei* que estou no estado  $x$ ” (NAGEL, 1965, p. 345, tradução nossa). Disso, se segue que a pessoa (ou o organismo) teria um tipo de interioridade, isto é, os meus estados mentais são estados mentais do meu corpo porque eu sou este corpo (eu sou este organismo).

Entretanto, considerar essas possibilidades não significa que o filósofo adote uma posição antifisicalista, na verdade, ele busca estabelecer um fisicalismo fraco, a visão de que a natureza do organismo possui dois atributos independentes: o mental e o físico. Especificamente, visto o sistema vivo ser uma estrutura material complexa, depreende-se que

um mesmo evento mental terá uma propriedade experiencial e uma propriedade não-experiencial.

Em síntese, a teoria do antirreducionismo considera que o caráter subjetivo e privativo da experiência do organismo não é idêntico aos estados físicos. Assim, é possível afirmar que, “[se] pontos de vista são características irreduzíveis da realidade, não há nenhuma razão evidente para que não pertençam a coisas que têm peso, ocupam espaço e são compostas de células e, em última instância, de átomos” (NAGEL, 2004, p. 4).

Supondo que a premissa antirreducionista seja verdadeira, podemos tomá-la como parâmetro para analisar a colônia de formigas. Do mesmo modo que uma descrição física do organismo não abrange seu caráter experiencial e, por isto é, se não falsa, incompleta, acreditamos que uma caracterização da colônia em termos de *input* (entrada sensoriais) e *output* (saídas comportamentais) isola a hipótese dela como um sujeito experiencial. Em suma, ela não poderia ser entendida somente nos termos de uma teoria behaviorista, por exemplo, mas deve ser também examinada tendo em conta a ideia de ser um organismo com um ponto de vista. Sua subjetividade deve resultar da combinação das subjetividades individuais que a compõem. É o que veremos a seguir.

### 2.3.3 A premissa da Antiemergência

O Pampsiquismo justifica a consciência a partir das experiências conscientes das entidades físicas fundamentais (CHALMERS, 2017; 2013) em oposição à tese do emergentismo. Esta tese considera os estados mentais do cérebro como algo novo que sobrevém da combinação dos componentes não-experienciais (NAGEL, 2012; CHALMERS, 2013; BUNGE, 2017; HORGAN, 2002). Por esta razão, a escolha do Pampsiquismo por Nagel não se dá apenas pela pertinência da teoria, mas também por evitar o emergentismo.

Com o objetivo de argumentar contra o emergentismo, Nagel define a premissa da Antiemergência da seguinte maneira:

Não existem propriedades verdadeiramente emergentes de sistemas complexos. Todas as propriedades de um sistema complexo que não têm relação entre ele e outra coisa derivam das propriedades de seus constituintes e de seus efeitos um sobre o outro quando combinados. A emergência é uma condição epistemológica: significa que uma característica observada do sistema não pode ser derivada das propriedades atualmente atribuídas aos seus constituintes. Mas esse é um motivo para concluir que, ou o sistema possui outros constituintes dos quais ainda não estamos cientes, ou os constituintes

dos quais estamos cientes têm outras propriedades que ainda não descobrimos (NAGEL, 1979, p. 182).

Tal pressuposto é apresentado como uma fundamentação para o Pampsiquismo, a tese de que entidades microfísicas possuem propriedades micromentais, das quais, quando combinadas, se segue a macromentalidade em seres biológicos (CHALMERS, 2013). O organismo é, portanto, a condição para que exista a experiência consciente. De fato, a própria ideia de organismo subjetivo advir da recombinação material pressupõe que a consciência está fundada nas propriedades mentais dos seus constituintes físicos. Esse é o argumento da antiemergência.

Desse modo, a consciência do organismo não se configura como um fenômeno emergente, mas seria derivada diretamente das propriedades preexistentes em seus elementos básicos e de suas interações. No entanto, Nagel parece apoiar-se nas quatro premissas para defender o Pamprotopsiquismo, a tese de que as propriedades macromentais estão fundadas nas propriedades protomentais das entidades microfísicas (CHALMERS, 2017). Este é o fundamento da teoria monista do aspecto dual, segundo a qual:

[...] tanto as propriedades mentais quanto as físicas de um evento mental [devem ser] propriedades essenciais dele - propriedades que não poderiam lhe faltar. [...] as duas propriedades são **aspectos** diferentes de uma única **essência**. [...] Eles não poderiam simplesmente ser justapostos. Ambos devem ser componentes essenciais de uma essência mais fundamental [grifo nosso] (NAGEL, 2004, p.76-77).

Essa essência mais fundamental será então nem física, nem mental, mas simultaneamente ambas. Esta simultaneidade implica que as propriedades físicos e mentais são um duplo aspecto (epistemológico) de um terceiro termo<sup>16</sup> – uma dimensão mais básica da realidade – cuja relação com tais aspectos não é causal, mas constitutivo. De acordo com esse raciocínio, há uma espécie de identidade necessária entre o sistema físico e o sistema fenomenológico (ou experiencial) que ocorre nessa estrutura psicofísica fundamental (NAGEL, 2004). No dizer de Nagel (2000, p. 457, tradução nossa):

Se correlações estritas são observadas entre uma variável fenomenológica e uma variável fisiológica, a hipótese não seria que o estado fisiológico causa o fenomenológico, mas que há um terceiro termo que implica ambas, mas que não é definido como a mera conjunção das outras. Teria que ser um terceiro

---

<sup>16</sup> Ver NUNES, Belnison. **A Teoria do Duplo-Aspecto de Thomas Nagel**. Violência Semântica, 2017. Disponível em: <http://violenciasemantica.blogspot.com/2017/07/a-teoria-do-duplo-aspecto-de-thomas.html>. Acesso em 10 de maio de 2020.

tipo de variável, cuja relação com as outras duas não fosse causal, mas constitutiva. Este terceiro termo não deve deixar nada de fora. Teria de ser um X tal que X é uma sensação e X é um estado cerebral, ambos resultantes da natureza do próprio X, independente de sua relação com qualquer coisa.

A independência da variável fenomenológica em relação à variável fisiológica sugere que “uma coisa [como um átomo] pode ter dois conjuntos de propriedades essenciais mutuamente irreduzíveis, o mental e o físico” (NAGEL, 2004, p. 48), um elétron, por exemplo, terá duas propriedades, a mental e a física. Isso significa que qualquer elemento fundamental da realidade é constituído intrinsecamente por elas. Com efeito, as entidades microfísicas que constituem um organismo possuem propriedades protometais das quais se segue, quando coletivamente integradas, os estados mentais do organismo (NAGEL, 2004; CHALMERS, 2017; 2013). Posto isto, é possível afirmar que “[tudo], vivo ou não, é composto de elementos que possuem uma natureza tanto física quanto não-física, que é capaz de se combinar em totalidades mentais. Assim, [...] todos os elementos do mundo físico também são mentais” (NAGEL, 2012, p. 57, tradução nossa).

Os estados mentais internos de quando um ser humano experimenta a cor vermelha da maçã, por exemplo, não parecem ser apenas um efeito dos processos físicos do cérebro, antes, deve ser algo mais do que físico, deve ser ela mesma necessariamente um estado de consciência. Com isso pretende-se dizer que, “a mente é um aspecto básico da natureza” (NAGEL, 2012, p. 16, tradução nossa) e qualquer estado físico do cérebro terá que ser necessariamente um estado mental.

A fim de tornar mais claro o argumento do monismo de aspecto dual, vejamos a seguinte ilustração: a água é uma substância resultante da combinação de moléculas H<sub>2</sub>O, cuja propriedade manifesta é a da liquidez, individualmente, cada uma das moléculas não apresentaria tal qualidade, mas quando reunidas com outras do mesmo tipo, emerge uma substância líquida chamada água. Em suma, a liquidez é uma propriedade que emerge do não-líquido.

Mas quanto à consciência, o mesmo não pode ser afirmado. Por exemplo, quando experienciamos a dor é natural explicar o sentimento como estímulos nas fibras-C, porém, não é satisfatório. De que modo a experiência da dor emerge de algo não-experienciável como os neurônios? Embora a dor ocorra como uma mudança neurofisiológica, o aspecto subjetivo da experiência (a dor que estou sentindo) não parece redutível ao aspecto objetivo (as descargas neuronais) (SEARLE, 1992).

Podemos imaginar, por exemplo, em um universo possível uma criatura indiscernível biologicamente de um ser humano e, no entanto, sem nenhuma experiência subjetiva. Ela poderia se ferir, gritar de dor, recuar, mas, na verdade, não sentir nenhuma dor. Essa ilustração é um experimento de pensamento do argumento da concebibilidade, segundo o qual seria metafisicamente possível existir seres biologicamente idênticos ao homem, mas, sem consciência, conhecidos como zumbis fenomenológicos (*phenomenal zombie* ou *p-zombie*) (CHALMERS, 1996). Se for possível imaginar um ser idêntico a nós em todos os aspectos, contudo, sem consciência, então os fatos sobre processos físicos e comportamentais não explicam a realidade do aspecto subjetivo da experiência consciente. Em outras palavras, a consciência subjetiva é irreduzível a fatos físicos. Disso, se segue que a Natureza poderia apresentar ter dois aspectos essenciais, o mental e o físico (NAGEL, 2004).

Voltando à experiência da dor, de acordo com a tese da Emergência (NAGEL, 1979), os processos mentais conscientes são produto da integração de neurônios não-conscientes. Nesse caso, existe uma lacuna entre a experiência consciente, que surge em um nível acima, e os eventos físicos. Em objeção a este raciocínio, Nagel propõe a partir do pampsiquismo que a consciência pode ser explicada em termos da consciência de seus constituintes fundamentais, evitando a “emergência”. Como consequência, o que emerge é a estrutura física do organismo, porém não suas propriedades fenomenológicas, as quais já estão presentes nas entidades físicas básicas que a compõem.

Mas devemos nos ater à interpretação do filósofo sobre o conceito de emergência. Em sua visão, propriedades emergentes de um organismo são aquelas que não derivam das propriedades de suas partes (NAGEL, 1979). A consciência, porém, deve derivar diretamente das propriedades de suas partes. Assim, os neurônios teriam qualidades mentais das quais, quando integradas, resulta em uma mente. Se considerarmos que as propriedades físicas de um diamante enquanto características como forma, tamanho, peso e estrutura cristalina estão relacionadas às propriedades e às disposições dos átomos e seus efeitos uns sobre os outros, as qualidades como cor, brilho e dureza, por sua vez, envolvem a interação dos constituintes com o meio e os efeitos da interação sobre esses mesmos constituintes. Nesse sentido,

A suposição de que um diamante ou um organismo deva ter verdadeiramente (não apenas epistemologicamente) propriedades emergentes, é que essas propriedades aparecem em certos níveis complexos de organização, mas não são explicáveis em termos de quaisquer propriedades mais fundamentais;

conhecida ou desconhecida dos constituintes do sistema (NAGEL, 1979, p. 186, tradução nossa).

A separação entre propriedades emergentes e propriedades constitutivas motiva Nagel a qualificar o tipo de conexão causal que existe entre estados físicos e estados mentais. De um lado, em processos mentais emergentes a qualidade do elo entre causalidade contingente e estados mentais é **fraca**, do outro, naqueles em que a causalidade entre estado físico e mental é necessária, a qualidade do elo é **forte**. É possível, assim, que exista correlações psicofísicas contingentes do tipo “sempre que um organismo está exatamente no estado físico P, também está no estado mental M” (NAGEL, 1979, p. 187). E, embora essa correlação entre estados físicos e mentais possa ser considerada suficiente para a ocorrência da consciência subjetiva será, contudo, uma **causalidade fraca**, o que significa que nem todo P terá como estado M. Por essa razão, o filósofo argumenta a importância de uma **causalidade forte**, em que todo estado físico P tenha como estado mental M, e todo estado M corresponda a um estado P.

Porém, mesmo assim, uma explicação causal physicalista parece a Nagel inconcebível. Ele não encontra sentido na ideia de que um estado puramente físico do organismo seja a causa de um estado mental. Não significa que não exista uma correlação causal forte entre estados cerebrais e estados mentais, mas que esta conexão necessária requer que aceitemos a possibilidade de a emergência do mental em sistemas complexos ser indício de que os constituintes físicos fundamentais possuem propriedades essenciais que desconhecemos (NAGEL, 2004). Caso contrário, a aparência do mental em entidades biológicas não teria uma explicação causal. Nesse sentido, ele conclui que:

A demanda por uma explicação de como os estados mentais necessariamente aparecem nos organismos físicos não pode ser satisfeita pela descoberta de correlações uniformes entre estados mentais e estados físicos do cérebro, embora seja assim que as leis psicofísicas têm sido tradicionalmente concebidas. Em vez disso, as propriedades intrínsecas dos componentes devem ser descobertas, das quais as propriedades mentais do sistema seguem necessariamente. Isso pode ser inatingível, mas se os fenômenos mentais têm uma explicação causal, tais propriedades devem existir, e elas não serão físicas (NAGEL, 1979, p. 187, tradução nossa).

Nessa mesma perspectiva, Strawson (2006, p. 11-12, tradução nossa) argumenta que o physicalismo parece estar comprometido com duas proposições:

1. [NE] A matéria física, em si mesma, em sua natureza fundamental, é algo total e completamente não-experiencial.

2. [RP] A experiência é um fenômeno concreto real e todo fenômeno concreto real é físico.

As proposições 1 e 2 serão verdadeiras simultaneamente se postularmos uma terceira, a da Emergência, que pode ser assim definida (GOFF, SEAGER & ALLEN-HERMANSON, 2020, tradução nossa):

3. [EM] Fenômenos experienciais são emergentes; a matéria física e seus *ultimates* [as entidades físicas fundamentais] são totalmente não-experienciais, mas quando os *ultimates* se combinam de certas formas, os fenômenos experienciais emergem.

Desse modo, uma descrição dos fenômenos subjetivos como emergentes requer que os componentes físicos sejam não-experienciais e, quando combinados adequadamente, são apresentados os fenômenos subjetivos. A analogia das moléculas de H<sub>2</sub>O que quando reunidas emerge o fenômeno da liquidez, acima mencionada é uma ilustração dessa tese. Nessa analogia, há uma dependência completa do que acontece no nível macro em relação ao nível micro. Todavia, esse exemplo não se aplica a experiência subjetiva. Segundo Goff, Seager e Allen-Hermanson (2020, tradução nossa), para Strawson:

1. A emergência do experiencial a partir do não-experiencial é presumidamente análoga à emergência da liquidez a partir do não-líquido.
2. No caso do não-líquido para a emergência do líquido, temos propriedades físicas que funcionam no nível micro, a partir das quais podemos ver uma dependência total do surgimento da liquidez no nível macro em relação ao funcionamento das leis operantes no nível micro.
3. Por sua vez, no caso do não-experiencial para o experiencial, não temos a homogeneidade de propriedades físicas do nível micro para o macro que nos permitiriam verificar tal dependência total de um nível a outro.
4. Logo, os dois casos não são análogos.

Por conseguinte, a solução ao problema da emergência do experiencial a partir do não-experiencial é afirmar que os componentes físicos possuem propriedades protoexperienciais que, em determinados arranjos, resultam em fenômenos experienciais. Segue-se então que, a noção de protoexperiencialidade dos *ultimates* rende uma explicação plausível para a emergência da subjetividade em entidades biológicas. Entretanto, Strawson (2006) argumenta que a noção de protoexperiencialidade acarreta em uma dependência total de Y (aquilo que emerge) de X (aquilo do qual algo emerge). É necessário que X possua algo em razão do qual Y emerja. A partir disso, Strawson sugere, de acordo com Goff, Seager e Allen-Hermanson (2020, tradução nossa), três alternativas (tendo em conta X como um *ultimate*):

1. X não possui este algo. Neste caso, a emergência se mantém radical.
2. X possui este algo e é não-experiencial. Isso não parece ser possível, pois possuir algo em virtude do qual algo experiencial possa emergir não parece ser uma propriedade que algo intrinsecamente não-experiencial possa ter.
3. X possui este algo e é experiencial. Nesse caso, as propriedades mentais de um organismo não são emergentes, mas constitutivas.

Tendo como base tais argumentos, Strawson (2006) afirma que os fenômenos conscientes não emergem de fenômenos não-conscientes. Contudo, se a subjetividade emerge de componentes físicos, estes devem ser experienciais em um nível diferente do nosso, de modo que as partes físicas devem ter propriedades não-físicas. De igual modo, Nagel argumenta que as experiências subjetivas, bem como os estados mentais, não são apenas estados físicos do cérebro, isto, porque enquanto “[um] todo físico pode ser analisado em partes físicas mais pequenas [...] um processo mental não. Não é possível somar partes físicas para fazer um todo mental” (1995, p. 34). Em razão disso, ele afirma que o cérebro não é apenas um objeto físico. É, na verdade, um objeto com propriedades físicas e processos mentais. Quando comemos chocolate, por exemplo, se produz um estado no nosso cérebro com dois aspectos: “[um] aspecto físico, que envolve diversas transformações químicas e elétricas, e um aspecto mental – a experiência do sabor do chocolate” (NAGEL, 1995, p. 35).

Destarte, um organismo deriva sua qualidade mental das propriedades não-físicas dos componentes materiais que o formam. Nagel (2004, p. 79) escreve:

[...] as propriedades mentais do organismo complexo devem resultar de certas propriedades de seus componentes básicos, devidamente combinadas: essas não podem ser propriedades meramente físicas pois, do contrário, quando combinadas, elas produzirão apenas outras propriedades físicas. Se uma porção de 90 quilos de qualquer matéria do universo contém os ingredientes necessários para construir uma pessoa, e se negamos tanto o reducionismo psicofísico quanto uma forma radical de propriedade emergente, então tudo, reduzido a seus elementos, deve ter propriedades protomentais.

Nesse âmbito, a premissa da antiemergência sustenta a visão de que a Mente resulta das propriedades protomentais dos componentes microfísicos. Portanto, não existiria uma consciência que emerge de estados não-conscientes nem um sujeito consciente numericamente único, mas uma unidade mental explicada nos termos do funcionamento integrado dos seus componentes e funções (NAGEL, 1979). Entretanto, não está claro como, a partir da reunião de diferentes pontos de vista, constitui-se uma entidade com um único ponto de vista. O autor

considera a possibilidade de, quando combinadas, as partes apresentem uma consciência dependente e, quando separadas, independente (2000).

Com isso, queremos dizer que se a colônia é uma entidade biológica, sua consciência resulta diretamente da combinação das mentes individuais que a compõem. De que forma as experiências subjetivas individuais são integradas na experiência subjetiva da colônia? Pretendemos apresentar uma resposta possível a essa questão no capítulo quatro. No momento, ressaltamos a hipótese de que os estados mentais da colônia são efeitos imediatos da integração das várias mentes individuais.

Sendo assim, desde que a colônia atenda ao critério nageliano de ser um organismo, depreende-se que há algo como ser essa colônia. Todavia, isso também significa que a experiência de ser uma colônia não advém, de certo modo, de propriedades emergentes, mas constitutivas. Estritamente, as formigas devem ser conscientes para que a colônia seja consciente.

#### **2.3.4 A premissa do Realismo**

O Realismo, a última premissa a ser examinada do monismo de aspecto-dual-pamprotopsiquista, é a concepção de que os estados mentais conscientes são estados reais da criatura (NAGEL, 1979). Se um organismo é a combinação de entidades microfísicas com propriedades protomentais, os estados mentais conscientes serão estados exclusivos deste organismo e nada mais. A protomentalidade significa que as partes físicas não têm ponto de vista, pois, do contrário, o eu do sistema complexo seria composto de vários eus. Em outras palavras, não existe algo como ser um elétron, muito menos um átomo<sup>17</sup>, mas isso não significa que não existe um caráter subjetivo da experiência em uma bactéria, até porque Nagel não está certo até que ponto uma entidade física básica é protomental; talvez, em organismos unicelulares, como a bactéria, já exista algum tipo de experiência consciente, ainda que rudimentar (1979). É um engano tomar por real as propriedades protomentais de entidades

---

<sup>17</sup> Nagel recorre a lógica do Pamprotopsiquismo a fim de evitar o problema da soma de sujeitos, a ideia de que sendo a subjetividade privativa, parece ininteligível que a consciência resulte da soma de entidades físicas fundamentais conscientes. O argumento monista de unidades básicas com propriedades protofenomenais é uma forma elegante de que tal questão não apareça internamente. Logo, o que interessa a Nagel é uma teoria da composição material que elucide de que modo os constituintes básicos se combinam para produzir a mentalidade do organismo. Ver NAGEL, Thomas. **Visão a Partir de Lugar Nenhum**. Trad. Silvana Pereira. 1ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004, p. 81.

microfísicas. Aquilo que é proto é potencial e o que é potencial não é real. Dessa maneira, a realidade das propriedades mentais dá-se apenas na concretização do organismo.

Ademais, como o Realismo baseia-se na ideia de que consciência e vida estão conectadas, é plausível supor que estruturas biológicas mais simples tenham uma experiência subjetiva<sup>18</sup>. Esta, é claro, uma ideia que Nagel não aborda, embora a arbitrariedade do seu conceito de organismo permita essa hipótese (NAGEL, 1979; 1995). Para ele, as entidades microfísicas não têm ponto de vista, não há algo que é ser como elas<sup>19</sup>. Somente quando arrançadas em uma estrutura adequada, tem-se um ser com um caráter subjetivo da experiência.

Por conseguinte, a matéria que compõe um organismo pode ser recombinaada para formar outros organismos com pontos de vistas únicos. Disso, se segue que as propriedades mentais são fundamentais, embora as partes tenham uma subjetividade mais básica em relação ao todo, o que consideramos aceitável até o aparecimento das mínimas unidades vivas, as células. De acordo com essa perspectiva, Nagel afirma: “[...] quando um rato, ou uma mosca, ou um homem passa a existir porque a matéria foi combinada de certas maneiras, os estados mentais resultantes parecem pertencer ao organismo por falta de um lar melhor” (1979, p. 193, tradução nossa).

Porém, se a bactéria é um organismo, por que não imaginar que ela tenha um estado mental genuíno<sup>20</sup>, ainda que rudimentar e, em nada parecido com o de animais complexos? No que diz respeito ao homem, por exemplo, este é um organismo multicelular composto não apenas por células, mas também por micro-organismos. Supondo que as células, assim como as demais criaturas que o compõem, possuem alguma espécie de experiência subjetiva<sup>21</sup>, o

---

<sup>18</sup> Essa linha argumentativa chamada Biopsiquismo, é a posição de que todos os sistemas vivos são sencientes, isto é, são capazes de sentir, a começar pela unidade de vida básica, a célula. Nossa perspectiva é de o Biopsiquismo ser um tipo de Pampsiquismo, mais especificamente uma continuidade do Pamprotopsiquismo, visto afirmar que a consciência ocorre apenas em sistemas físicos complexos. Em contrapartida, o Biopsiquismo pode ser considerado uma hipótese diferente do Pampsiquismo, pois os problemas de combinação que envolvem uma teoria não se aplicam a outra. Ver THOMPSON, Evan. Biopsychism, Minimal Life, and Sentience. **Foundations Of Animal Sentience**, Nov, 2018, p. 1. Disponível em: <https://psa2018.philsci.org/74-program/program-schedule/abstract/public/352/biopsychism-minimal-life-and-sentience>. Acesso em 08 de julho de 2020.

<sup>19</sup> Ver HOSSENFELDER, Sabine. **Electrons Don't Think**. Nautilus, Feb. 27, 2020. Disponível em: <https://nautil.us/blog/electrons-dont-think>. Acesso em 22 de fevereiro de 2021.

<sup>20</sup> Isso também significa, diferente do que Nagel defende, ser possível consciência sem córtex cerebral. Embora o filósofo sugira um vínculo causal necessário entre estados cerebrais e estados mentais, se aceitarmos que a bactéria é um organismo dentro da ótica mecanicista, então talvez seja verdade que ela tenha algum tipo de senciência, mesmo sem um sistema nervoso ou alguma estrutura física que cumpra a mesma função. O Enativismo é uma corrente filosófica que afirma não ser necessário o cérebro para se ter uma mente, o que respalda a tese de sistemas vivos sem córtex terem um caráter subjetivo da experiência.

<sup>21</sup> De acordo com Bray, circuitos a base de proteína agem em lugar de um sistema nervoso em um organismo unicelular para controlar seu comportamento. A impressão do ambiente nas atividades e concentração das

sujeito consciente, então, seria resultante da combinação das experiências dessas partes. De algum modo, os diferentes pontos de vistas são integrados para constituir a perspectiva única do organismo. Com efeito, “a mente é um produto biológico” (NAGEL, 2004, p. 48).

Estritamente, os fenômenos mentais são qualidades exclusivas de animais com sistemas neurofisiológicos complexos<sup>22</sup>. Por esta razão, Nagel (1979) não está certo da presença da consciência em organismos simples, visto que estes não possuem sistema nervoso central nem periférico. Todavia, reconhece a possibilidade de sua existência em distintas formas vivas complexas. Cada entidade biológica, segundo ele, terá um ponto de vista individual. Deste modo, somos apresentados à sua tese da consciência, a saber:

[...] se um organismo tem *alguma forma* de experiência consciente, então há algo que é sentir-se como esse organismo. [...] fundamentalmente um organismo tem estados mentais conscientes se e somente se há algo que é *sentir-se ser* este organismo – alguma coisa que é sentir-se *para o* organismo (NAGEL, 2013, p. 109).

A partir dessa explicação, David Chalmers evidencia que “um estado mental é consciente quando há algo que é como ser nesse estado” (2002, p. 248, tradução nossa). Mas a realidade destes estados mentais acontece somente na forma do organismo sendo restrito a ele. Os estados conscientes, por exemplo, de um morcego incluem a experiência perceptual que acontece por meio do mecanismo de ecolocalização ou sonar. O morcego após emitir ultraguinchos agudos, sem cessar, detecta com sua audição bastante aguçada o ricochete do eco, um som mais fraco, que dá a ele uma “visão” do tamanho, direção e distância da caça.

Certamente, a experiência sensorial desse animal é única e, embora descrevamos sua fisiologia e o funcionamento de seus órgãos sensoriais, não sabemos como é a sensação perceptual do sonar, não sabemos como é sentir-se como um morcego (NAGEL, 1979). Há algo que é “ver” um inseto, sua posição no espaço; que é sentir o sabor da maçã ou o sangue da

---

proteínas ocasiona em uma espécie de traço de memória, como uma memória de acesso randômica, que contém informações sobre as mudanças constantes do ambiente circundante da célula. Devido a isso, este circuito age como uma rede neural interconectada, respondendo apropriadamente aos estímulos do meio extracelular. Nesse caso, é possível sustentar a tese de que organismos unicelulares são capazes de sentir o meio e reagir a ele, são seres sencientes. A questão é se a subjetividade é uma qualidade emergente ou resultante de propriedades fenomenais das entidades microfísicas que a compõem. Ver BRAY, Dennis. **Protein molecules as computational elements in living cells**. Nature 376, 1995, p. 307–312. DOI: <https://doi.org/10.1038/376307a0bnh>.

<sup>22</sup> A premissa do Realismo, ao sustentar a posição de que a consciência é um fenômeno estritamente do cérebro, parece consentir, de certa maneira com o argumento do naturalismo biológico de John Searle, o que, por sua vez, salienta a hipótese de o monismo de aspecto dual ser uma espécie de fisicalismo brando. Ver NAGEL, Thomas. **Que quer dizer tudo isto? Uma Iniciação à Filosofia**. 1ª ed. Lisboa: Editora Gradiva, 1995, p. 37; SEARLE, John R. *A Redescoberta da Mente*. Lisboa: Instituto Piaget, 1998, p. 15.

presa. Cada um destes estados físicos do cérebro “[...] têm um *caráter fenomenal* com *propriedades fenomenais* (ou *qualia*)<sup>23</sup> caracterizando o que é como ser nesse estado” (CHALMERS, 2002, p. 248, tradução nossa).

Assim, a consciência, conforme o argumento realista, é definida como: *algo que é ser este ser vivo*. O estado de experiência subjetiva de um estado físico do organismo, embora provenha diretamente das propriedades fenomenais das entidades microfísicas que a compõem não é a elas redutível. Este, por sua vez, é um estado de ser da criatura integralmente. Vejamos o que Nagel escreve:

Para o realismo, como eu o defini como verdadeiro, os organismos físicos devem ter propriedades subjetivas. O que parece inaceitável sobre isso é que o organismo não tem um ponto de vista: a pessoa ou a criatura tem. Parece absurdo tentar descobrir a base do ponto de vista da pessoa em um colapso atomístico do organismo, porque esse objeto não é um assunto possível para o ponto de vista ao qual as experiências da pessoa aparecem. E se não faz sentido atribuir estados subjetivos ao todo complexo, não haverá base para atribuir estados protomentais a seus constituintes; portanto, eles não podem ser atraídos na explicação do que significa para um organismo ter experiências. Simplesmente registro esse sentimento de impossibilidade, porque não tenho mais nada a dizer sobre isso. Quando um rato está assustado, não me parece que um pequeno objeto material esteja assustado (1979, p. 189, tradução nossa).

A premissa do realismo é o segundo ponto-chave de nosso argumento, além da composição. Baseado nela, usaremos o termo consciência como **experiência subjetiva** em um sentido amplo, compreendendo qualquer forma de organização física e funcional que possa ser chamada de organismo como sendo capaz de ter um caráter fenomenológico. Possivelmente, se há algo que é ser uma formiga (NAGEL, 1995) é concebível que exista *algo que é ser uma colônia*.

Ademais, ao idealizá-la como um organismo composto estamos admitindo que sua *Mente*, que se segue à combinação das mentes individuais, é real, é o estado subjetivo da colônia e não de seus componentes. Todavia, enquanto o monismo nageliano buscou evitar o problema da combinação de sujeitos conscientes ao escolher o argumento pamprotopsiquista, o mesmo não acontece com a colônia de formigas; supondo que seus componentes são organismos

---

<sup>23</sup> Qualia compreende os sentimentos (*feelings*) ou aspectos fenomenológicos da experiência, como a percepção do azul vivo na pintura *Blue Monochrome* (1957), de Yves Klein. Os qualia equivalem aos estados subjetivos e privativos dos estados físicos do cérebro. Ver MASLIN, Keith. **Introdução à Filosofia da Mente**. Ed. Artmed, 2ª edição, 2009, p. 144-148.

conscientes que formam um superorganismo. Com efeito, o problema da combinação precisa ser abordado. É o que examinaremos a seguir.

## 2.4 O Problema da Combinação

O Problema da Combinação pode ser posto desta maneira: como entidades microfísicas com microexperiências combinam-se para formar entidades macrofísicas com macroexperiência? Considerando que uma entidade microfísica tem sua própria experiência, se torna difícil entender como as numerosas experiências privativas das entidades separadas podem ser combinadas para produzir a experiência distinta e singular de uma entidade composta (CHALMERS, 2013, p. 21). Se, contudo, há macroexperiência em uma colônia de um tipo distinto da experiência encontrada em suas partes, resta saber como são integradas. Aqui, examinaremos o argumento central do Problema da Combinação que se aplica à colônia: o argumento da antisoma de sujeitos.

### 2.4.1 O Argumento da Soma de Sujeitos

Na obra *The Principles of Psychology*, William James (1950, p. 160, tradução nossa, grifo do autor) argumenta que as experiências subjetivas não são agregadas de experiências adicionais e sujeitos conscientes não necessitam da existência de sujeitos conscientes adicionais. Ele assim expõe seu argumento:

Onde as unidades elementais são supostamente sentimentos, o caso não é de forma alguma alterado. Pegue numa centena delas, baralhe-as e embale-as o mais próximo possível (o que quer que isso signifique); cada uma continua a ser a mesma sensação que sempre foi fechada na sua própria pele, sem janelas, ignorando o que os outros sentimentos são e significam. Haveria ali um sentimento centenário, se, quando um grupo ou uma série de tais sentimentos fosse criado, uma consciência *pertencente ao grupo como tal* surgisse. E esse 101º sentimento seria um fato totalmente novo; os 100 sentimentos originais podem, por uma curiosa lei física, ser um sinal para sua *criação*, quando eles se juntam; mas eles não teriam nenhuma identidade substancial com ele, nem ele com eles, e ninguém poderia deduzir uns dos outros, ou (em qualquer sentido inteligível) dizer que o tinham evoluído.

Pegue uma frase de uma dúzia de palavras, e pegue doze homens e diga a cada uma palavra. Em seguida, coloque os homens em uma fileira ou agrupe-os e deixe cada um pensar em sua palavra tão intensamente quanto quiser; em nenhum lugar haverá uma consciência de toda a frase. Falamos do 'espírito da época' e do 'sentimento do povo' e, de várias maneiras, hipostasiamos a 'opinião pública'. Mas sabemos que isso é um discurso simbólico, e nunca sonhamos que o espírito, opinião, sentimento, etc., constituem uma consciência diferente, e adicional àquela dos vários indivíduos a quem as

palavras 'envelhecem', 'pessoas' ou 'público' denota. As mentes privadas não se aglomeram em uma mente composta superior.

A partir de sua explicação, James pretende afirmar que microexperiências não podem se combinar para constituir uma nova experiência. Para ele, a experiência dos microsujeitos está isolada da entidade macrofísica. Seu argumento, segundo Coleman (2014), sugere que a consciência resultante do arranjo de microsujeitos não é diretamente deles deduzida. Por conseguinte, um macrosujeito não pode ser montado de maneira inteligente a partir de microsujeitos.

Se este argumento for verídico, uma visão que sustente que entidades microfísicas de experiência podem ser combinadas – não importa se elas são indivíduos biológicos ou não-biológicos –, para resultar em experiências de entidades macrofísicas, é contestável (CHALMERS, 2017; 2013). Ademais, uma mente composta de outras mentes não tem existência objetiva senão “[...] *para um espectador* que por acaso ignora as unidades e apreende a soma como tal” (JAMES, 1950, p. 159). Disso, se segue que qualquer conjunto de sujeitos conscientes pode existir sozinho sem qualquer sujeito adicional. Em outras palavras, tendo em vista que as entidades microfísicas – para os pampsiquistas – são microsujeitos com microexperiências, é concebível que qualquer número de microsujeitos tenha suas microexperiências sem que resulte em um macrosujeito tendo suas macroexperiências.

Podemos supor, por exemplo, que a dor aguda que um animal sente advém da leve dor de bilhões de neurônios conectados. Mas, também é possível imaginar um grupo de microsujeitos sentindo leves dores sem que disso advenha um outro sujeito com dor aguda ou suave. Este argumento pode ser colocado, segundo Goff (2017, p. 174, tradução nossa), na forma do seguinte princípio:

**O Isolamento concebível de sujeitos (ICS)** – Para qualquer grupo de sujeitos,  $S_1, S_2... S_n$  e quaisquer estados conscientes,  $E_1, E_2... E_n$ , o seguinte cenário é concebível: há  $S_1, S_2... S_n$  instanciando  $E_1, E_2... E_n$ , mas não é o caso de que haver um sujeito  $S^*$  tal que  $S^*$  não é idêntico a nenhum de  $S_1, S_2... S_n$ .

De acordo com essa perspectiva, Goff (2017) afirma que o ICS é verdadeiro apenas para microsujeitos reais, e se eles têm alguma experiência, é possível conceber que experienciem sem que se produza um sujeito adicional. No caso, é concebível que os neurônios no cérebro de um animal possam existir com a experiência consciente da dor, sem que exista o

macrosujeito da experiência. Com efeito, o sujeito da experiência não é idêntico aos microsujeitos que o produz.

O argumento da antisoma de sujeitos se apoia em dois princípios, segundo Roelofs (2015, p. 7-8): a) o princípio da **anticombinação**, segundo a qual a consciência não é formada pela combinação inteligível de partes conscientes, mas constitui em si uma unidade indivisível; e b) o princípio do **antianinhamento**, a tese de que nenhum sistema pode ser qualificado como consciente se contém como partes outros sistemas conscientes, ou se está contido em outros sistemas conscientes.

Segundo esses princípios, a consciência não é uma estrutura composta. Deste modo, a nossa hipótese de a colônia de formigas ser uma estrutura suficiente para ter consciência é desafiada pelo argumento da antisoma de sujeitos e os princípios que a fundamentam. Se for verdade este raciocínio de James (1985), a ideia de uma mente composta de outras mentes é controversa. Segue-se disso que a formiga é consciente, mas a colônia não. Mas, considerando que a composição parece imprecisa, é possível haver mais de uma leitura da relação parte-todo.

Em suma, as quatro premissas do monismo de aspecto dual estabelecem respectivamente que os estados mentais de um organismo resultam das propriedades fenomenais das partes físicas que o constituem. A relação que se dá entre as quatro premissas sustenta que os aspectos mentais e os aspectos físicos são produtos de algo mais fundamental. No entanto, a experiência consciente só ocorre na emergência de um sistema complexo. Em vista disso, cada premissa se tomada como um critério para a colônia de formigas, estima que se ela for um organismo, poderá ter alguma consciência. Porém, a arbitrariedade do conceito de composição, adotado por Nagel, requer que busquemos um mais apropriado aos nossos objetivos.

Uma alternativa a essa imprecisão conceitual pode ser a abordagem enativa ou teoria da autopoiese, porque tem uma concepção encerrada de vida. A razão encontra-se em Nagel com seu conceito mecanicista de sistemas vivos exigir um conceito de mente separado da ideia de corpo. Adotando a abordagem sugerida por Evan Thompson (2014) ao argumento de Nagel, mente e corpo devem estar naturalmente vinculados, o que pede uma revisão senão do conceito de mente ao menos do de organismo. Em relação a isso, Thompson (2014, p. 358, tradução nossa) escreve:

Nagel negligencia outro importante corpo de trabalho intimamente ligado a modelos teóricos e experimentais das origens da vida. Este trabalho diz

respeito a sistemas complexos ou auto-organizados e compreende biologia teórica, teoria de sistemas dinâmicos e filosofia. [...] Além disso, tais sistemas de auto-produção e auto-manutenção, sem dúvida, exibem características protometais e, assim, fornecem uma ponte desde a ordem física até as ordens de vida e da mente.

Finalmente, Nagel nunca parou para considerar que os seus conceitos de consciência e corpo físico podem ser parte do problema. Para Nagel, a consciência é uma experiência privada em primeira pessoa, e o corpo físico é um mecanismo complexo. Uma abordagem diferente argumenta que a consciência, mais fundamentalmente, é a sensação de estar vivo — um sentimento que é necessariamente corporal [...] De acordo com essa visão, não há como separar a consciência, a vida e o corpo físico da maneira que Nagel pressupõe.

Conforme essa passagem, a fenomenalidade estaria vinculada ao padrão de organização material, isto é, a experiência consciente seria uma propriedade de sistemas autogerados. Esse ponto de vista, de certo modo, estaria de acordo com a premissa da composição, para o qual só em indivíduos genuínos há mente subjetiva (NAGEL, 2004, p. 48). Contudo, como não sabemos se a colônia de formigas é realmente um organismo ou algo próximo de ser, estamos em busca de determinar isso, a fim de verificar qual tipo de consciência ela pode apresentar. Por isso, no próximo capítulo, como proposta à teoria nageliana, examinaremos a teoria da autopoiese, cuja definição de vida servirá para investigar a colônia.

### 3. A COLÔNIA DE FORMIGAS É UM ORGANISMO?

#### 3.1 Considerações Iniciais

No capítulo anterior, examinamos as quatro premissas do monismo de aspecto dual panprotopsiquista sustentado por Thomas Nagel (1979), fundamentando a ideia de a consciência ser uma propriedade do organismo biológico. Entretanto, a concepção do filósofo de sistemas vivos parece controversa, visto conceber o organismo como um sistema físico cujas partes materiais são combinadas de modo especial. Esta visão requer tanto que as partes que constituem o sistema complexo tenham propriedades físicas e não-físicas, como também uma teoria elucidativa em relação ao modo de combinação das partes para produzir uma entidade subjetiva (NAGEL, 2004).

Nesse sentido, uma teoria que explique o aparecimento de seres dotados de consciência a partir da relação entre as propriedades físicas e não-físicas dos constituintes básicos será uma teoria naturalista. Além disso, essa concepção da existência em uma mesma substância de duas propriedades, uma física e outra não-física, se mostra incompatível com a própria ideia de organização material, visto que as propriedades mentais do sistema vivo parecem, segundo Paul Churchland (1998), estarem conectadas à emergência física desse sistema. Aliás, se as propriedades mentais estão vinculadas à tal emergência física, então elas poderiam ser descritas fisicamente.

Há então um hiato no argumento nageliano entre o físico e o não-físico que parece insuperável. Tal lacuna, como o próprio Nagel afirma, é a ausência de uma teoria composicional da matéria, que explique de que modo os elementos físicos combinam-se para formar uma entidade subjetiva. Sem essa teoria, o problema mente-corpo permanece “realmente intratável” (NAGEL, 2013, p. 109).

Se considerarmos a ideia de composição material ordenada adequadamente como essencial para definir um sistema vivo, depreende-se que, por um lado, pode haver entidades biológicas sem nenhum tipo de experiência interna por não estarem organizadas corretamente. Por outro lado, se a consciência é uma propriedade biológica básica, um sistema sem qualidades subjetivas não seria, nessa ótica, um organismo (NAGEL, 2004; 1979).

Por conseguinte, o critério nageliano de “forma adequada”, embora impreciso, pressupõe que somente em organismos físicos organizados adequadamente para terem vida

mental interna, serão conscientes. Portanto, ao se adotar esse argumento da consciência, arrisca-se em uma teoria especulativa que, a princípio, pode ser aplicada a qualquer modelo de sistema natural, desde que esse modelo atenda aos critérios biológicos de um organismo. Entretanto, visto a teoria não ser clara quanto ao sentido de “forma adequada”, faz-se necessário buscarmos um conceito estrito de sistema vivo com critérios específicos e verificar se uma determinada ordem material atende a esses critérios para ser nomeada de organismo.

Ademais, a teoria pampsiquista apenas sustenta a ideia de uma sensibilidade elementar, ela não fornece bases para a experiência sensível em indivíduos genuínos e, conseqüentemente, deixa uma lacuna entre a ordem material e o aparecimento dos estados mentais. Tal lacuna talvez possa ser preenchida por uma teoria que aborda a organização da matéria em matéria viva. Uma alternativa pode ser a **teoria da autopoiese** ou **abordagem enativa** (*enactive approach*)<sup>24</sup>, visto que tem uma concepção mais bem desenvolvida do sistema vivo a partir de um paradigma biológico (VARELA, THOMPSON & ROSCH, 1991; THOMPSON, 2018).

A abordagem enativa se trata de uma teoria que define o sistema vivo como um sistema autopoietico. Isto é, ele se autoproduz a partir de uma rede fechada de estados, de tal modo que as mudanças estruturais desse sistema são mudanças que conservam sua auto-organização (VARELA, 2000). Considerando a premissa do realismo segundo a qual os estados mentais de um organismo são propriedades exclusivas dele, pensamos que como condição básica para a colônia de formigas ter um caráter subjetivo da experiência, ela deve realmente ser uma entidade viva.

Desse modo, a abordagem enativa, ao estabelecer as condições de validação para um sistema ser autogerado, ao mesmo tempo, estará atendendo aos critérios nagelianos para que uma ordem material seja uma estrutura capaz de experiência. Nesse sentido, os critérios de validação enativistas, se aplicados à colônia de formigas, podem nos dizer se ela é um organismo ou não.

Nosso objetivo ao examinar a teoria da autopoiese não é apresentar uma visão diferente do pampsiquismo – embora, ela realmente seja –, mas determinar quais são os requisitos que a colônia deve atender para ser um organismo. De modo mais específico, estamos em busca de um modelo do sistema vivo, um que nos permita dizer quais estruturas são ou não vivas, para assim, responder à questão central deste trabalho. O monismo de aspecto dual

---

<sup>24</sup> Ver FROESE, Tom. & DI PAOLO, Ezequiel. A. 2011. The enactive approach: Theoretical sketches from cell to society. **Pragmatics & Cognition** v. 19, n. 1, 2011, p. 1-36.

pamprotopsiquista não se sustenta em um modelo estrito de vida, resultando em uma lacuna entre a mente e o corpo. Por isso, seguiremos a abordagem proposta por Evan Thompson (2013, 2014) ao monismo nageliano. Na ótica desse filósofo, mente e corpo não estão separados, mas vinculados e definidos pelo modo de organização material em sistemas complexos (THOMPSON, 2014). O organismo seria a estrutura material que incorpora a mente. Portanto, ter um conceito de indivíduo biológico poderá nos dizer, enfim, se é possível a colônia de formigas ser uma entidade capaz de experiência subjetiva.

### **3.2 A Concepção Enativa de Vida**

#### **3.2.1 O modelo de vida mínima e a autopoiese**

De modo geral, a vida é um modo de ser da matéria num estado adequado de organização e ela realiza-se, fundamentalmente, na célula (JACOB, 1983). É possível afirmar, segundo a teoria celular, que toda e qualquer forma orgânica complexa conhecida, é constituída por elementos vivos. Porém, restringir-se a essa concepção de vida parece problemático. Do mesmo modo que Thomas Nagel<sup>25</sup> (1979) concebe o sistema vivo complexo como ordem material, a ideia de vida que toma como critério científico a célula limita essa concepção em relação ao fenômeno terrestre.

Ora, não sabemos, ainda se existem formas biológicas que desafiem essa visão paradigmática em outros locais do universo, ou mesmo aqui, em nosso planeta. Nas palavras de Evan Thompson: [...] “na ausência clara daquilo em que consiste um sistema vivo, não podemos partir simplesmente do princípio que a vida não celular é impossível ou que nunca existiu vida desse tipo” (THOMPSON, 2013, p. 121). Outrossim, se considerarmos apenas a ideia de composição material como critério básico para definir um organismo, é possível imaginar sistemas vivos feitos a partir de fótons ou de matéria escura. Embora a célula seja um modelo empírico a partir do qual elabora-se o conceito de vida, sem um exame das características que a tornam viva, independentemente de sua estrutura molecular, não temos uma referência para analisar organizações físicas que possam ser conceituadas como entidades biológicas.

---

<sup>25</sup> Apesar de para Nagel o mistério da consciência encontrar-se na forma como as partículas subatômicas estão dispostas, ele jamais buscou elaborar um modelo padrão dos sistemas complexos a partir do exame das características da organização do vivo, em vez disso, optou por especular a existência de propriedades não-físicas nas entidades fundamentais para explicar a ocorrência do mental a partir do físico. Ver NAGEL, Thomas. **Visão de Lugar Nenhum**. São Paulo: Martins Fontes, 2004, p. 43-49.

Mas dentro da abordagem enativa, o sistema vivo pode ser analisado a partir do **padrão** e da **estrutura**. O exame do padrão de organização de um sistema vivo se dá pelo estudo da dinâmica e relações mantidas entre o conjunto de seus componentes e a configuração específica que surge distinguindo-se do meio. Por exemplo, a relação entre as partes de um objeto, como uma cadeira, é a razão de identificarmos esse objeto como cadeira, pouco importando se é feita de plástico, madeira ou ferro, desde que as características sejam universalmente reconhecidas. No caso de um sistema vivo, é seu padrão básico de organização que lhe atribui a qualidade de vivo. Assim, do ponto de vista da autopoiese, o exame da estrutura de uma entidade biológica se dá pela descrição desse padrão materializado (MATURANA E VARELA, 1998; 2004).

A teoria da autopoiese, segundo Di Paolo (2013) e Thompson (2013), busca justamente resgatar essa noção de organismo na biologia. Esta teoria apresentada por Humberto Maturana e Francisco Varela originalmente em *De Máquinas y seres vivos: Uma teoria de la organización biológica* (1998), estabelece que o sistema vivo consiste em uma rede de produção molecular circular, no sentido de que a molécula gerada pela rede por meio da interação do sistema com o meio, também produz a própria rede molecular que a produziu, determinando a extensão física do sistema. Portanto, um sistema vivo é um sistema dotado de uma organização autopoietica, que se autoproduz em um processo fechado de modo contínuo (MATURANA & VARELA, 1998; 2004; THOMPSON, 2013).

Esta teoria examina as relações entre os componentes da célula para, a partir dela, abstrair a organização autopoietica ou o modelo fundamental que sirva de referência para determinar quais sistemas são sistemas vivos (MATURANA & VARELA, 2004). Uma célula é caracterizada por uma fronteira física ou membrana semipermeável que marca uma distinção entre um interior químico (o *self* ou intracelular) e o ambiente externo (o não-*self* ou extracelular). Através desta barreira, moléculas seletivas são importadas a fim de nutrir e compor a célula, enquanto outras são transportadas para fora como resíduos e/ou secreções. O processo de entrada e saída de moléculas dentro da rede produz a própria membrana que delimita esses mesmos componentes. Especificamente, a célula é produzida pelos seus próprios componentes ao mesmo tempo que os produz, em uma rede de autoprodução circular (VARELA, 2000; THOMPSON, 2013). A esse padrão de rede de produção de componentes no qual cada componente constituinte participa também da mesma dinâmica de produção que o produziu, Maturana e Varela (1998) nomeiam de **autopoiese**.

Nessa perspectiva, a célula é **o modelo de vida mínima** que fundamenta a autopoiese - o padrão de organização de um sistema vivo. A vida mínima ou célula mínima consiste, basicamente, em uma rede metabólica separada do meio externo por uma barreira. De acordo com Varela, a vida mínima é definida do seguinte modo (2000, p. 29, tradução nossa, grifo do autor):

- (i) a vida é o produto de uma organização sistêmica emergente, em vez de uma certa estrutura ou reação molecular;
- (ii) a vida está ligada à noção de automanutenção e autorregeneração dos componentes do sistema;
- (iii) a barreira é de vital importância para discriminar entre o *eu* e o *não-eu*, dando origem a um microambiente no qual uma certa rede de reações pode ocorrer.

Com base no modelo de vida mínima, Varela e Maturana (2000) afirmam que a autopoiese pode ocorrer em diferentes estruturas. A célula, nessa linha, é o paradigma para definir o que os autores chamam de **unidade autopoietica** ou máquina autopoietica. Segundo eles, uma **máquina autopoietica** é uma máquina organizada como uma rede de processos de produção e transformação de componentes de tal modo que esses componentes (MATURANA & VARELA, 1998, p. 69; VARELA, 2000, p. 30):

- P1 Sejam continuamente regenerados e integrem a rede de transformações que os produziram; e
- P2 Constituam a máquina como uma unidade distinguível em seu domínio de existência.

Em vista disso, é a organização autopoietica que determina a vida e não as propriedades dos elementos. Uma entidade biológica pode ser feita de outros elementos físicos, como o exemplo abordado do gato de *Schrödinger* teleportado para Marte<sup>26</sup>, desde que a forma esteja organizada como uma unidade autopoietica. Nesse contexto, em relação à definição de autopoiese, Varela irá afirmar:

[...] a organização de uma máquina é independente das propriedades destes componentes, os quais são arbitrários, e uma determinada máquina pode ser realizada em muitos modos diferentes por muitos tipos diferentes de componentes. Em outras palavras, embora uma determinada máquina possa ser realizada por muitas estruturas diferentes, para constituir uma entidade concreta em um determinado espaço seus componentes reais devem ser definidos neste espaço, e ter propriedades que lhes permitam gerar as relações que a definem (1979, p. 9, tradução nossa).

---

<sup>26</sup> Ver Capítulo 1.

Por conseguinte, a autopoiese pode ser definida em termos de uma rede circular de produção autorregenerativa de componentes que especificam essa unidade, por meio da constituição de uma fronteira (a membrana) que é a condição para a dinâmica da rede (MATURANA & VARELA, 1998, p. 70; 2004, p. 54). Dessa maneira, de acordo com Thompson (2013, p. 126), “a organização autopoietica capta a organização mínima de uma célula sem invocar a noção de vida ou definir a vida em termos de célula”. Por meio da explanação de Thompson, é possível explicar o que torna uma célula viva detalhando suas características essenciais, sem com isso fazer uso dos conceitos de ‘vida’ ou ‘célula’.

Não importa, portanto, qual a qualidade dos constituintes, desde que a ordem em que estão dispostos esteja conforme o paradigma da autopoiese então é uma coisa viva, isso quer dizer que o padrão mínimo da autopoiese pode ser uma abstração adequada para qualificar quais estruturas são sistemas vivos, quais não.

### **3.2.2 O Sistema Autônomo Autopoietico.**

Em primeiro lugar, a autopoiese atende à premissa da Composição Material, apresentada por Thomas Nagel (1979), ao sugerir que um sistema vivo é uma forma de organização da matéria. No entanto, ela se distingue da abordagem panprotopsiquista por buscar um paradigma do vivo que possa ser aplicada a qualquer estrutura, além de preterir os atributos dos elementos focando somente na emergência da organização. Apesar de, no monismo nageliano, as propriedades mentais dos constituintes físicos básicos serem relevantes para investigar a consciência, a teoria não esclarece o modo como eles são dispostos para resultar em uma unidade subjetiva. Em vista disso, a autopoiese é uma teoria que sugere um modelo apropriado de organização do vivo, o qual pode ser tomado como referência para especular de que modo as propriedades dos componentes são combinadas para dar forma aos estados mentais de um sistema complexo.

Nesse contexto, a autopoiese se torna a referência para a autonomia do vivo, de um modo geral de organização autoproduzida mediante a interação com o meio circundante. Paul M. Churchland (1998), por exemplo, entende a célula como um paradigma da vida. Para ele (1998, p. 267): “uma célula é em si mesma um pequeno sistema auto-organizador semifechado, no interior do sistema semifechado mais amplo da biosfera terrestre. A energia que flui através da célula serve para manter, e para aumentar, sua ordem interna”. Por isso, este autor afirma que uma criatura viva é [...] “todo sistema físico que explora tanto a ordem que ele já possui

quanto o fluxo de energia que por ele passa, de forma a manter e/ou aumentar a ordem interna” (CHURCHLAND, 1998, p. 268). Em uma ótica similar à da abordagem enativa, o filósofo sustenta que um sistema que se autoproduz por meio da formação de uma barreira semifechada é uma unidade viva. Pois bem, Churchland (1998) identifica na célula uma estrutura dissipativa básica para investigar entidades vivas.

Tendo em mente a organização autopoietica, é possível afirmar que qualquer coisa viva é um sistema autônomo (MATURANA & VARELA, 1998). Este sistema autônomo é uma rede dinâmica que se autoproduz e que, por meio da automanutenção da organização, constitui uma **identidade** em seu domínio de existência, isto é, o ambiente externo (MATURANA & VARELA, 1998; MATURANA, 2001). Dado que os componentes da rede dinâmica são produzidos por outros componentes dessa mesma rede, sugere-se então que: “todo sistema autônomo é organizacionalmente fechado” (VARELA, 1979, p. 58, tradução nossa). Aqui, o termo “organizacionalmente fechado” exprime a ideia de um sistema cujos resultados de sua operação se mantêm dentro do próprio sistema como uma garrafa de *Klein*<sup>27</sup> (VARELA, 1979). Com efeito, o modo como o sistema é organizado não é determinado pelo meio externo, mas advém da relação existente entre seus componentes. Em sentido estrito, um organismo é “[...] uma rede de processos que dependem recursivamente uns dos outros para sua geração e realização e que estabelecem seus próprios limites e funcionamento interno. Todos os elementos produzidos e transformados no operar dessa rede fazem parte dela” (BAUM & KROEFF, 2018, p. 211).

Todavia, isso não significa que um sistema autônomo seja fechado para o meio circundante. Na verdade, refere-se a um sistema termodinamicamente aberto que realiza continuamente troca de energia e matéria com o ambiente, mantendo sua organização autorreferente no espaço físico. Um exemplo que ilustra essa ideia é a espécie ameboide *Dictyostelium discoideum*. Esse é um organismo unicelular encontrado no solo que se alimenta de outros micro-organismos e cujo ciclo de vida vai do período solitário à agregação celular. O *D. discoideum*, inicialmente, compreende milhares ( $10^5$  a  $10^6$ ) de organismos unicelulares

---

<sup>27</sup> A garrafa de Klein, criada em 1822 pelo matemático alemão Félix Klein, é um objeto conceitual que reúne os lados de duas fitas de Möbius, produzindo uma superfície que está em intersecção com ela mesma. Como consequência, a superfície se torna não-orientável, sem distinção entre interior e exterior ou acima e embaixo. Em outras palavras, é um objeto sem fronteiras. Devido a característica de ser uma estrutura fechada ao mesmo tempo que sem definir uma separação entre dentro e fora, que é adequada para representar um sistema autônomo, visto ser organizacionalmente fechado, mas estruturalmente aberto.

solitários que exploram o ambiente para se alimentar, mas, quando o nível de nutrientes disponíveis no meio entorno se torna escasso, as células se agregam formando um organismo multicelular caracterizado por um corpo frutífero composto por uma massa redonda de esporos mantidos no alto por um talo esguio. Assim que a estrutura multicelular emerge acima do solo, ela move-se consumindo os poucos nutrientes ali presentes, compartilhando os recursos entre as unidades agrupadas, a fim de garantir a sobrevivência dos indivíduos.

Contudo, mal a oferta de alimentos volta a ser abundante, a agregação celular se desfaz e a unidade se converte em milhares de organismos solitários (JOHNSON, 2003; MATURANA & VARELA, 2004). A partir do momento em que é uma única criatura até quando retorna a ser muitos, se torna perceptível as mudanças estruturais coordenadas entre a forma unicelular e o meio circundante e o modo como estão interconectados.

Por um período relativamente curto, *D. discoideum* mantém sua identidade multicelular até que o ambiente se transforme, ou melhor, até que a quantidade de nutrientes disponíveis no meio circundante seja suficiente para cada indivíduo que constitui aquele corpo. Em síntese, este organismo multicelular é resultante do acoplamento dos organismos unicelulares com o meio. Conseqüentemente, as transformações ocorridas no ambiente provocam a interrelação das microentidades vivas para produzir uma única criatura e, enquanto a coerência entre essas partes for conservada, tem-se um sistema autônomo autopoietico. Com isso, podemos afirmar que:

[...] no dinamismo dessa íntima junção celular, como parte de um ciclo de vida, as mudanças estruturais experimentadas em cada célula - em sua história de interrelações com outras células - são necessariamente complementares entre si e limitadas por sua participação na constituição da unidade metacelular que integram (MATURANA & VARELA, 2004, p. 92).

Em compensação, para a abordagem enativa, a coerência da unidade está relacionada aos fatores externos, isso significa que o organismo e meio estão acoplados. De acordo com essa ilustração, um sistema autônomo consiste em um processo de especificação de uma identidade a qual, por sua vez, fornece o ponto de referência para um domínio de interações (VARELA, 2000). Em resumo, "um sistema autônomo está sempre acoplado ao seu meio" (THOMPSON, 2013, p. 66). Uma ou mais unidades estão acopladas estruturalmente a um domínio quando a conduta de cada uma é função da conduta das demais. As modificações mútuas que as unidades interagentes sofrem sem perder a identidade resulta, então, no acoplamento dessas unidades a este domínio (MATURANA & VARELA, 1998).

Considerando esse ponto de vista, o fechamento organizacional é determinado pela natureza de seu acoplamento. Em outras palavras, as perturbações mútuas compensáveis nas unidades interagentes produzem uma organização estável (THOMPSON, 2013; MATURANA & VARELA, 1998). Nesse mesmo sentido, a colônia de formigas seria um sistema auto-organizado que conserva sua organização por meio da renovação dos seus componentes<sup>28</sup>. A rainha seria análoga ao ovário, que libera e insemina (com o esperma armazenado) os óvulos, produzindo gametas para a formação de novos indivíduos anualmente, a fim de manter o funcionamento da colônia. Até mesmo quando o ninho sofre perturbações externas seja pela visita inesperada de operárias das colônias vizinhas, seja através da interferência direta de humanos curiosos ou de animais não-humanos que afetam a dinâmica interna da colônia, ela reage regenerando sua estrutura para preservar a ordem.

Ademais, qualquer mudança no ambiente afeta o comportamento da colônia que, por sua vez, reage às mudanças externas por meio de alterações na atividade dos componentes garantindo, com isso, a estabilidade da organização. Apesar disso, quando as tarefas de determinado grupo de formigas sofrem interferência, elas afetam as atividades de outro grupo, por exemplo, se o número de forrageiras diminui devido à presença de barreiras nas trilhas, o número de operárias da manutenção se eleva (GORDON, 2002). Isso demonstra que as formigas estão acopladas entre si, evidentemente não do mesmo jeito que as células do corpo, porém, de modo que o comportamento de uma pode influenciar o comportamento de outra.

Com efeito, quando interferências externas perturbam a homeostase da colônia, as alterações na atividade dos grupos realizam-se como meio de compensar as perturbações sofridas, mantendo, dessa maneira, o fechamento organizacional. Por exemplo, quando o formigueiro é danificado, ou um obstáculo é colocado na trilha de forrageamento, isto produz uma reação, uma alocação de tarefas das operárias a fim de reparar essas interferências. Assim é explicado: “A alocação de tarefas é o processo que resulta no engajamento de certas operárias em tarefas específicas, em números apropriados à situação do momento. A alocação de tarefas é uma solução para um problema dinâmico, sendo, portanto, um processo de ajustamento contínuo” (GORDON, 2002, p. 98).

---

<sup>28</sup> Nossa base para este argumento é a espécie de formigas *Pogonomyrmex barbatus*, popularmente conhecida como formiga-ceifeira-vermelha, objeto de pesquisa da bióloga Deborah Gordon (2002) por 20 anos, cujo modelo tornou-se referência internacional para estudar as relações das formigas na produção e manutenção da colônia.

Entretanto, as tarefas diferentes são interdependentes, no sentido de que o comportamento de um grupo de formigas influencia o de outro. Se a interferência ocasiona na diminuição da atividade forrageira, a manutenção do formigueiro irá se intensificar. A alocação de tarefas<sup>29</sup> é um processo de *feedback negativo* da colônia, uma ação que se realiza para manter a ordem interna estável. Portanto, a forma como a colônia interage com o ambiente se deve à relação existente entre organização e estrutura.

Nessa perspectiva, comunidades de bactérias ou organismos multicelulares são descritos como sistemas autônomos, visto que são fontes de sua própria atividade e especificam uma fronteira organizacional, a partir da qual interagem com o ambiente circundante (VARELA, 1979; THOMPSON, 2013). Contudo, uma colônia de animais invertebrados, como sifonóforos ou briozoários<sup>30</sup>, ou até mesmo um *Physarium polycephalum*<sup>31</sup> mesmo sendo sistemas auto-organizados, podem não ser sistemas autopoieticos visto não existir uma relação causal direta entre o surgimento dos micro-organismos e o corpo composto de que fazem parte. Em contrapartida, o aparecimento da célula é simultâneo ao das partes que a compõem.

Uma outra abordagem do sistema autônomo o descreve como um sistema termodinamicamente aberto, capaz de trocar de energia e matéria com o ambiente resultando na implementação de uma borda semipermeável através da qual interage ativamente com o meio. Nesse caso, uma colônia de organismos e micro-organismos cuja atividade homeostática não produza uma fronteira material será apenas um sistema autônomo e não um sistema autopoietico. Por esse motivo, uma colônia de formigas pode não ser, na visão da autopoiese, um sistema autopoietico, mas um sistema autônomo, até porque, embora tenha capacidade homeostática, não determina uma fronteira física como uma membrana. Sendo assim, ela não constituiria uma entidade viva (MATURANA & VARELA, 2004; THOMPSON, 2013).

Essa distinção categórica entre o vivo e o não-vivo está vinculada ao conceito de identidade autopoietica como coerência autogerada, isto é, algo que produz de modo contínuo

---

<sup>29</sup> Essa hipótese de Deborah Gordon é retomada mais à frente de maneira detalhada. No entanto, decidimos expô-la aqui com o objetivo de apresentar a relação entre este conceito e o acoplamento estrutural.

<sup>30</sup> Ver GISPERT, Carlos. **Guias Visuales Océano: Invertebrados**. Editora Oceano, Barcelona, 1999, p. 293.

<sup>31</sup> A pesquisa de Meyer e Nakagaki foi pioneira na análise da auto-organização como também do comportamento inteligente do *Physarium polycephalum*, na tomada de decisão, demonstrando que se trata uma propriedade geral da dinâmica do sistema. Esse estudo reforça a ideia de existir nos organismos uma mente ou cognição incorporada. Por conseguinte, somos impelidos a perguntar se é possível um animal ter uma sensação interior sem um sistema nervoso básico. Ver MEYER, Bernd., ANSORGE, Cedrick., & NAKAGAKI, Toshiyuki. **The role of noise in self-organized decision making by the true slime mold *Physarium polycephalum***. PLOS ONE, 12(3), e0172933, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0172933.

os componentes que o especificam como unidade no espaço físico. Quanto a isso, queremos dizer que o sistema “manter-se-á como uma unidade clara enquanto sua concatenação básica de processos permanecer intacta diante de distúrbios e desaparecer quando confrontada com distúrbios que ultrapassam um certo intervalo viável” (VARELA, 2000, p. 56, tradução nossa).

Se, portanto, nos basearmos na ideia de autopoiese como fechamento organizacional, no sentido de “uma organização que mantém a própria organização invariavelmente” (2000, p. 84, tradução nossa), é possível argumentar que qualquer sistema organizado de modo a atender a essa definição, ainda que não tenha uma barreira material, mas de outro tipo, será um sistema autopoietico (MATURANA & VARELA, 2004). Bactérias, como *E. Coli*, por exemplo, na presença de antibióticos, são capazes de mudar de forma temporariamente (durante 4h a 5h) por meio da perda da parede celular, a fim de impedir que o sistema imunológico as identifique (MICKIEWICZ et al, 2019, p. 1-9). No entanto, permanecem vivas, dado que a relação entre os componentes se mantém invariável.

Assim, de acordo com a visão de Varela (2000, p. 54, tradução nossa), um sistema será autopoietico se:

- (i) os componentes produzidos são regenerados continuamente e tornam efetiva a rede que os produz, e
- (ii) constituem o sistema como unidade distinguível no domínio no qual existem.

A partir destas definições, o autor pretende explicar que uma organização autopoietica manterá a unidade distinta se a rede de reações permanecer estável. Sendo assim, com base na autopoiese – a organização de vida mínima -, um organismo unicelular continuará vivo se a rede metabólica que o constitui permanecer inalterável em face dos distúrbios. Isso requer também que o acoplamento estrutural entre esta entidade biológica e o meio circundante não sofra mudanças além do limite viável, pois, do contrário, a unidade é rompida (MATURANA & VARELA, 2004; VARELA, 2000).

O acoplamento, tão somente, se trata de “perturbações recorrentes entre dois ou mais sistemas que conduzem a uma congruência comportamental ou estrutural” (BAUM & KROEFF, 2018, p. 213). Por conseguinte, o acoplamento ocorre de maneira dupla, de um lado, por meio de interações recorrentes do corpo com o ambiente resultando em modificações estruturais mútuas e concordantes, do outro, o conjunto de interações são determinadas pelo modo de organização e estrutura do sistema vivo (VARELA, 2000). Um exemplo é o transporte

ativo e constante de íons de sódio e cálcio através da membrana celular, de maneira a serem incorporados ao sistema metabólico. A célula está de tal modo acoplada ao meio que apenas certos tipos de íons - aqueles que mantêm a coerência da autopoiese - atravessam a membrana.

Isso significa, para a abordagem enativa, que o acoplamento com o meio é uma condição para que a célula exista, visto que sem essa associação, marcada por trocas constantes, ela seria um mero fantasma (VARELA, 2000). Não obstante, também significa que as interações das células com o meio abrangem outras células. No caso, “as células dos sistemas multicelulares normalmente existem em estreita junção com outras células, como meio de realização de sua autopoiese. Tais sistemas são o resultado da deriva natural de linhagens nas quais se manteve essa junção” (MATURANA & VARELA, 2004, p. 89). Logo, o organismo está acoplado ao ambiente, como também pode estar, ao mesmo tempo, acoplado a outro organismo.

Tendo em vista esse raciocínio, a maneira como uma unidade viva é perturbada está diretamente relacionada ao tipo de acoplamento estabelecido<sup>32</sup>. Este pode ocorrer de dois modos: **estreito**, como acontece em organismos unicelulares na produção de colônias isomorfas (formada por indivíduos morfológicamente idênticos) ou heteromorfas (formada por indivíduos morfológicamente diferentes), em que os indivíduos estão ligados entre si anatomicamente (o *D. discoideum* e a *P. physalis*) de tal modo que o organismo multicelular emergente é afetado pelas interações com o meio circundante (MATURANA & VARELA, 2004); ou **frouxo**, como em colônias de insetos sociais<sup>33</sup>, o qual não estão ligados anatomicamente entre si, mas cada perturbação do meio sentida por um grupo afeta o comportamento do outro, o que, por sua vez, revela um estreito acoplamento à dinâmica da rede (2004; GORDON, 2002). Consequentemente, o acoplamento pode ser do tipo físico, químico, social, etc., e, em cada modo, é possível identificar diferentes tipos de sistemas dinâmicos, cuja coerência pode ser mantida invariável pelo fechamento organizacional.

---

<sup>32</sup> O filósofo John Collier (2002) afirma, numa perspectiva diferente da noção enativista de autonomia, que sistemas autônomos são um tipo especial de coesão. Segundo ele, um sistema coeso é uma unidade estabelecida pela força das interações entre os componentes. Em vista disso, haveria diferentes graus de autonomia, cada qual diferenciando-se segundo a coesão dos elementos. Nesse sentido, fica aberta a possibilidade de uma colônia de bactérias ser um indivíduo, do mesmo modo, uma colônia de formigas. A resposta dependerá do grau de interação entre os componentes. Por fim, na visão do autor, fica aberta também a possibilidade de se a autonomia é base para diferenças sistemas vivos de não-vivos. É preciso definir uma fronteira nítida e ela ainda não foi encontrada. Ver COLLIER, John D. **What is Autonomy?**, 2002. DOI: <https://philpapers.org/rec/COLWIA>.

<sup>33</sup> Insetos sociais são aqueles, como formigas e abelhas melíferas, capazes de estabelecer uma sociedade caracterizada, sobretudo, pela segmentação de tarefas e cooperação interindividual na proteção e manutenção da colônia.

Todavia, em que circunstância é possível afirmar que um sistema autônomo, como os animais coloniais, é autopoietico? Considerando o modelo da autopoiese, Varela (2000, p. 33, tradução nossa) estabelece três critérios de validação para um determinado mecanismo ser qualificado como autopoietico:

1. **Fronteira semipermeável:** Verifique se o sistema é definido por uma fronteira semipermeável ou barreira constituída por componentes moleculares que permitam discriminar entre o interior e o exterior do sistema em relação aos componentes relevantes do sistema. Se a resposta é sim, siga para o critério 2.
2. **Rede de reações:** Verifique se os componentes são o produto de uma rede de reações que opera dentro da fronteira. Se a resposta é sim, siga para o critério 3.
3. **Interdependência:** Verifique se a rede de reações é regenerada por condições produzidas pela existência da própria fronteira, ou seja, 1 e 2 são interdependentes. Se a resposta é sim, o sistema é autopoietico.

A aplicação desses critérios, segundo o autor, torna possível determinar se um sistema é autopoietico, isto é, se está vivo ou não, mesmo em um nível em que a definição de vida do senso comum já não contribui muito. Em vista disso, se considerarmos a organização em vez dos componentes, qualquer sistema que atenda aos critérios de validação enativista será autopoietico. No entanto, um vírus, cuja organização básica consiste apenas em um centro de ácido nucleico com uma barreira formada por algumas proteínas, ainda não é uma unidade viva, visto que seus componentes não são gerados dentro de sua estrutura, mas fora, na célula hospedeira. Em síntese, o vírus atende ao critério 1, porém não ao critério 2 (VARELA, 2000; THOMPSON, 2013).

É evidente que o conceito de fechamento organizacional apresentado por Varela (1979) como característica base de sistemas autocoerentes, resulta na ideia de que qualquer ordem que atenda a este conceito poderá ser uma entidade viva. Ora, ainda não sabemos se uma colônia de formigas atende aos critérios 1 e 2, também não sabemos se o critério 1 é necessário para determinar se uma unidade está viva. Até aqui, o que vimos foi a célula como padrão básico de organização para investigar quais relações de componentes são sistemas autopoieticos e, fundamentados nela, Maturana e Varela (1998; 2004) distinguem sistemas autopoieticos de primeira e segunda ordem.

Enquanto as células são sistemas autopoieticos de primeira ordem, os sistemas cujas composições estruturais são agregados celulares intimamente acoplados, seriam unidades

autopoiéticas de segunda ordem ou metacelulares (THOMPSON 2013; MATURANA & VARELA, 2004). A metacelularidade ocorreria nos reinos *Monera*, *Eucariota*, *Metazoa*, *Plantae* e *Fungi*<sup>34</sup> e admite distintos exemplos de organização, como organismos, colônias e sociedades (MATURANA & VARELA, 2004). Tomando como base a ideia de metacelulares como unidades compostas de agregados celulares com acoplamento estreito, em que sentido colônias seriam sistemas autopoiéticos de segunda ordem?

Para Thompson (2013), a observação apenas de metacelulares como sistemas de segunda ordem constituídos por células não os estabelece como sistemas também de primeira ordem, a não ser que suas partes realizem a organização autoproduzida. Em outras palavras, se o surgimento do todo estiver diretamente ligado ao surgimento de suas partes, então tais sistemas poderiam ser vistos como sistemas autopoiéticos de primeira ordem. Como consequência, o todo é gerado pelo modo como as unidades vivas estão acopladas entre si. No entanto, de acordo com Thompson (2013), na hipótese de uma colônia ser uma estrutura metacelular, ela deveria ser também um sistema autopoiético de primeira ordem. Nesse sentido, a colônia seria causada diretamente pela *autopoiesis* dos seus componentes, em uma causalidade de baixo para cima.

Uma formiga, no caso, poderia ser observada como uma unidade autopoiética de primeira ordem visto que “seus componentes, incluindo aqueles que constituem sua fronteira, estão a ser constantemente substituídos a partir do seu próprio interior, sujeitos às condições impostas pela fronteira” (THOMPSON, 2013, p. 130). Paralelamente, segundo a autopoiese, a colônia seria um agregado de organismos, mas não uma unidade autopoiética propriamente dita. Na verdade, sua organização é circunstancial, causada pela relação entre os sistemas autopoiéticos que os compõem (MATURANA & VARELA, 1998). Uma vez definidos como sistemas sociais, não seriam, portanto, um organismo vivo. Em vista disso, considera-se que:

[...] deve ser reconhecido que também podem ocorrer sistemas autopoiéticos de ordem superior que são, ao mesmo tempo, sistemas autopoiéticos de primeira ordem por direito próprio. É possível que isto se ocorra com muitos organismos se os processos moleculares transcelulares e intracelulares que os realizam, resultarem em seu conjunto formando uma rede autopoiética

---

<sup>34</sup> Essa classificação dos 5 reinos, usada por Humberto Maturana e Francisco Varela, atualmente se encontra obsoleta. Hoje é adotado a classificação de Carl Woese dos três domínios: *Archaea* (o qual inclui todas as células procarióticas), *Bacteria* (o qual compreende as chamadas eubactérias ou “bactérias verdadeiras”) e *Eukarya* (que abrange todos os organismos eucarióticos). Ver REGINA, Bailey. **Three Domain System: How Biological Life Is Classified**. Thought Co, 2019. Disponível em: <https://www.thoughtco.com/three-domain-system-373413>. Acesso em 9 de novembro de 2021.

molecular de primeira ordem que se intersecta com a realização das *autopoiesis* moleculares particulares das diferentes células que os compõem. [...] O mesmo se aplica aos sistemas a que chamamos sistemas sociais se estes fossem também como totalidades, entidades autopoieticas de primeira ordem, o que, na minha opinião, certamente não são. Os sistemas sociais também não são sistemas autopoieticos em nenhum outro domínio que não seja o molecular. Certamente não estão no domínio orgânico, pois nesse domínio o que define o social são as relações comportamentais entre organismos (MATURANA & VARELA, 1998, p. 19).

Contudo, parece que Maturana como também Varela não estão certos quanto a este argumento<sup>35</sup>. Na obra *A Árvore do Conhecimento* (2004), os autores expõem a possibilidade de um determinado sistema ser ao mesmo tempo de ordem superior como de primeira ordem, dado que falta um conhecimento exato do processo autopoietico para afirmar se é similar a das unidades de vida mínima. Por essa razão, a ideia do fechamento organizacional - a rede circular de componentes que determina o sistema como unidade - parece mais adequada para a reflexão sobre a possibilidade desta afirmação. Assim:

Não temos clareza sobre como descrever as relações entre componentes de um organismo, de modo a que sua organização se revele como uma autopoiese molecular como ocorre na célula, circunstância que conhecemos com muitos detalhes. No caso dos metacelulares, temos hoje em dia um conhecimento muito menos preciso dos processos moleculares que os constituiriam como unidades autopoieticas comparáveis às células. [...] vamos deixar em aberto a questão de se os metacelulares são ou não sistemas autopoieticos de primeira ordem. O que podemos dizer é que eles têm um fechamento operacional em sua organização: sua identidade está especificada por uma rede de processos dinâmicos, cujos efeitos não saem dessa rede. Porém, quanto à forma explícita de tal organização, não diremos mais nada. Essa atitude não constitui uma limitação de nossos propósitos no momento; como já dissemos, qualquer que seja a organização dos metacelulares, eles são compostos por sistemas autopoieticos de primeira ordem, e formam linhagens por meio da reprodução no plano celular. Trata-se de duas condições suficientes para assegurarmos que tudo o que acontece neles – na qualidade de unidades autônomas – ocorre com a conservação da autopoiese das células componentes, bem como com a manutenção de sua própria organização (MATURANA e VARELA 2004, p. 101).

Nesse caso, uma colônia de zooides polipoides (organismos unicelulares que se reproduzem assexuadamente) ou sifonóforos, como a *Physalia physalis*<sup>36</sup>, não constitui simultaneamente um sistema autopoietico de segunda e primeira ordem, isso porque apesar de

---

<sup>35</sup> Dado que o Enativismo é uma proposição explicativa da cognição com base na descrição da organização celular, a autopoiese pode ser entendida como um conceito arbitrário, ou melhor, como um modo de interpretar os critérios que determinam um sistema autopoietico (MATURANA & VARELA, 2004; THOMPSON, 2013).

<sup>36</sup> Conhecida também como Caravela-Portuguesa.

os indivíduos estarem conectados anatomicamente, não formam um único ser. Porém, como explicar que cada unidade viva especializada em uma função esteja acoplada às outras unidades gerando uma única criatura? Não seria essa entidade um organismo? Como explicar o *D. discoideum*?

Em ambas as situações, – a partir da concepção enativista – a autopoiese da totalidade parece estar vinculada a autopoiese dos componentes, o mesmo talvez se aplique a outros tipos de colônias de zooides como os briozoários (GISPERT, 1999). Por um lado, colônias de insetos são consideradas como agregados de corpos em um sistema social, não sendo assim um organismo (THOMPSON, 2013). Por outro, tendo em vista que o conceito de fronteira e rede de reações internas parecem ser arbitrários, a interpretação fica aberta (MATURANA & VARELA, 2004). Portanto, no que tange a arbitrariedade do conceito de fronteira, Thompson ressalta (2013, p. 131):

[...] considerar que “fronteira” significa apenas uma membrana semipermeável unicelular ou mesmo uma camada epidérmica multicelular parece demasiado restritivo (plantas e insetos não têm pele). Em vez disso, o problema crucial é que o sistema produz e regula a sua própria topologia interna e fronteira funcional, não a estrutura física particular que realiza essa fronteira.

Nesse contexto, seu sistema pode ser autônomo, mas não autopoietico (uma rede molecular fechada), desde que, ao menos, apresente um fechamento organizacional em seu domínio de operação. Uma colônia de insetos seria um sistema autônomo, mas isso garante que ela seja um organismo? É crucial destacar que os dois aspectos centrais de um sistema autônomo são: o tipo de acoplamento estrutural e o fechamento organizacional. Estas características aplicam-se aos animais coloniais e às colônias de insetos. Em suma, o tipo de acoplamento (ou integração)<sup>37</sup> entre os componentes e a organização resultante determinaria se a unidade é um organismo ou não (VARELA, 2000).

Pois bem, o mecanismo de acoplamento entre as formigas é um acoplamento químico, do mesmo modo que a fronteira que distingue a colônia das demais é uma fronteira química (MATURANA & VARELA, 2004; HÖLLDOBLER & WILSON, 1993). Esse tipo de acoplamento que ocorre entre os insetos de uma colônia pode ser considerado “fraco”, pois a identidade autopoietica de cada formiga é mantida, não existe um acoplamento **estreito** para a

---

<sup>37</sup> Estes termos serão usados de forma intercambiável ao longo deste trabalho.

formação de um corpo como acontece com os metacelulares. Apesar disso, existe um tipo de integração entre os componentes. Como afirma Varela (2000, p. 97-98, tradução nossa):

[...] no caso da colônia de insetos - ao contrário do que acontece no cérebro - é que estamos prontos para admitir que (i) seus componentes separados são indivíduos e (ii) que não há centro ou ser localizado. Mesmo quando o todo se comporta como uma unidade e para o observador é como se houvesse um agente coordenador “virtualmente” presente no centro. Um padrão global coerente que emerge de componentes locais simples, que parece ter uma localização central onde não se encontra ninguém, mas que é essencial como um nível de interação para o comportamento de toda a unidade.

Em contrapartida, o acoplamento que acontece entre os zooides na formação de um sifonóforo, por exemplo, pode ser considerado um acoplamento do tipo “médio”, pois, embora constitua um animal, os indivíduos permanecem distintos, enquanto, o nível de acoplamento entre os amebóides *D. discoideum* seria do tipo “forte”, visto resultar em um organismo multicelular (MATURANA & VARELA, 2004). Isso leva a supor que o tipo de integração e de especialização das unidades autônomas para se comportar como uma unidade produz um organismo.

Contudo, ainda assim, permanecemos sem saber se a colônia de formigas pode ser chamada de organismo. Embora detenha uma fronteira material do mesmo modo que um sistema autopoietico molecular (i.e., hidrocarbonetos cuticulares) e um fechamento organizacional, é desconhecido se as mesmas são suficientes para chamá-la de organismo. É necessário entender se existem outras características tão relevantes quanto tais condições de fronteiras. Não obstante, tanto os conceitos de acoplamento como de fechamento organizacional são importantes para responder essa questão, isto porque se um sistema autônomo atender ao menos estas duas características da autopoiese, talvez seja suficiente para considerá-lo um organismo.

### 3.3 O argumento de William M. Wheeler

O entomólogo e mirmecólogo norte-americano, William Morton Wheeler (1865-1937) foi um importante cientista do início do século 20. Sua pesquisa com insetos destaca-se no cenário mundial pela sólida contribuição na investigação da embriologia e do comportamento desta espécie. No entanto, seu nome é, sobretudo, lembrado pela publicação do artigo, de sua autoria, *The Ant-Colony as an Organism*, em 1911, no *Journal of Morphology*. Neste artigo, Wheeler formula a hipótese de a colônia de formigas ser um organismo (ou superorganismo).

Por décadas essa hipótese ficou no esquecimento, até que em 2008, os renomados mirmeecólogos Bert Hölldobler e Edward O. Wilson a resgatam na obra *The Superorganism*. A diferença, porém, da visão desses autores para o argumento de Wheeler é que este afirma ser a colônia de formigas um organismo genuíno. Aqui iremos examinar essa hipótese, a partir do artigo, e a conexão com a recente Teoria da Organismalidade (2009).

Inicialmente, Wheeler (1911) concebe o organismo como uma estrutura fluída ou uma realidade em processo contínuo, em vez de uma coisa fixa no espaço. Por conseguinte, um organismo não seria determinado especificamente por uma fronteira física, como propõem a autopoiese, mas um sistema autônomo que, em interação com o ambiente, mantém a ordem estável. No caso, uma colônia de formigas ou de abelhas, que não possuem uma membrana semipermeável, mas que conservam a organização interna diante das perturbações do meio, seria, nesta ótica, um organismo.

Ademais, vale destacar que o autor usa o termo organismo no sentido de um **indivíduo fisiológico**, definido por suas propriedades estruturais – como ter partes heterogêneas e especializadas – bem como pelas propriedades funcionais – como a capacidade de desenvolvimento, reprodução e autorreparação. Isso significa que a colônia como unidade é caracterizada pela separação definitiva das operárias, desde a fase embrionária, em estereis que desempenharão papel idêntico ao das células somáticas e em reprodutivas, as quais exercem a mesma função que as células germinativas no sistema biológico. Sob este ponto de vista, Wheeler escreve (1911, p. 308, tradução nossa):

Um organismo é um sistema complexo, absolutamente coordenado e, portanto, individualizado, de atividades dirigidas principalmente a obter e assimilar substâncias do ambiente, a produzir outros sistemas similares, conhecidos como descendentes, e a autoprotger o sistema e, geralmente, também seus descendentes de perturbações que emanam do ambiente. As três atividades fundamentais enumeradas nesta definição, nomeadamente a nutrição, a reprodução e a proteção parecem ter sua origem no que conhecemos, a partir de experiências exclusivamente subjetivas, como sentimentos de fome, de afecção e de medo, respectivamente.

Esse conceito implica que uma entidade autônoma é caracterizada pela coordenação e integração de seus componentes, os quais produzem este indivíduo destacado do meio. No entanto, Wheeler (1911) atribui a razão das ações comportamentais do organismo à possíveis experiências subjetivas dos componentes, o que significa, para uma colônia de formigas, que ela como unidade poderia ter algum tipo de sentimento do mundo. De modo bem específico,

seria capaz de senciência. É claro que, senciência aqui não significa uma resposta a um estímulo sensorial advindo do meio. Ela indica um sentimento interno com um caráter qualitativo e subjetivo da experiência incluindo um valor hedônico (agradável ou desagradável), como desejo ou medo (THOMPSON, 2018). Assim, a mera análise da organização colonial a partir de sua estrutura não seria suficiente para explicar seu comportamento, a própria capacidade, por exemplo, de resposta às perturbações do meio poderia ser também sentida internamente como uma unidade.

Evidentemente, o autor faz uso da psicologia comparativa<sup>38</sup> com base na neurofisiologia dos insetos para então melhor compreender a atividade da colônia atribuindo, a partir da experiência humana, sentimentos às formigas. Estes sentimentos seriam a razão para o comportamento sistêmico. Nesse contexto, a própria possibilidade de uma experiência de grupo não deve ser descartada. Talvez a colônia como organismo sinta fome e até medo, não do mesmo modo que o homem ou um animal, mas em um sentido aproximado.

Para embasar essa tese, Wheeler (1911) apoia seu argumento no conceito de “pessoa”, desenvolvido pelo filósofo Ernest Haeckel. Não se trata, para deixar explícito, de pessoa no sentido antropológico, porém, a ideia de uma criatura viva definida pela especificação de uma identidade. Para ele, a pessoa pode ser uma agregação celular ou um agregado de organismos complexos na produção de algo parecido com o metâmero, isto é, de uma unidade anatômica (WHEELER, 1911). Um metâmero consiste em um corpo organizado em segmentos análogos repetidos em série. Estes segmentos são interdependentes e estão integradas devido à cooperação que há entre eles, de modo a constituir uma unidade. Um exemplo típico é a minhoca, cujo corpo caracteriza-se pela presença de anéis em sua morfologia externa.

Nesse contexto, a ideia de metameria usada por Wheeler (1911) significa estruturas semelhantes que se reúnem para gerar um organismo. Células são estruturas vivas idênticas que

---

<sup>38</sup> Em 1904, foi publicado a tradução de William M. Wheeler do livro escrito pelo entomologista e psiquiatra suíço Dr. August Forel, professor da Universidade de Zurique, com o título *Ants and Some Other Insects*. Nesta obra, especificamente no capítulo sobre a psicologia dos animais, Forel argumenta que a mente é idêntica ao cérebro (monismo), a partir daí afirma que insetos teriam qualidades mentais. Assim, na sua ótica, formigas são animais capazes de sentir internamente o mundo e responder as mudanças ambientais, apresentando, pois, consciência e volição. Considerando que Wheeler traduziu a obra, sua ideia de as formigas terem aspectos mentais parece basear-se nos estudos de Forel. Porém, isso significa que, se ela é um organismo verdadeiro, como defende Wheeler, fica aberta a possibilidade de as experiências sensíveis das formigas se combinarem para formar um tipo de experiência da colônia. Nesse caso, a experiência da colônia seria contínua a de suas partes. Ver FOREL, August. *Ants and Some Other Insects: An Inquiry into the Psychic Powers of these Animals with an Appendix on the Peculiarities of their Olfactory Sense*. **The Monist**, Vol. 14, Issue 1, 1 October 1903, p. 33–66. DOI: <https://doi.org/10.5840/monist190314140>.

se agregam para formar tecidos e órgãos funcionalmente especializados. Do mesmo modo, animais coloniais são constituídos por seres clonais ou não-clonais que se reúnem em grupos para desempenhar cada qual uma função que beneficie a colônia, a exemplo da Caravela-Portuguesa. Sendo assim:

A integração, tanto de metazoários metaméricos como não metaméricos pode ir ainda mais longe à medida que indivíduos se combinam para formar colônias nas quais as *peçoas* têm uma atividade principalmente nutricional e adquirem relações espaciais fixas e bem definidas entre eles, enquanto que os animais mais especializados, como os insetos sociais, podem constituir famílias ou *peçoas* móveis com a reprodução como o "leitmotiv" de sua associação (WHEELER, 1911, p. 309, tradução nossa).

Ao aderir à perspectiva do organismo pessoal, o autor se mostra convencido de que a colônia animal é verdadeiramente um organismo e não uma mera elaboração conceitual ou analogia. Com o interesse de provar este argumento, Wheeler (1911) toma a colônia de formigas como paradigma organísmico para as demais estruturas coloniais. A partir dos conceitos de individualidade e metabolismo como aspectos essenciais do sistema vivo (a célula), ele busca testificar sua visão.

De início, podemos considerar um indivíduo, pois “se comporta como um todo unitário, mantendo sua identidade no espaço, resistindo à dissolução e, como regra geral, a qualquer fusão com outras colônias da mesma espécie ou de espécie distinta” (WHEELER, 1911, p. 310, tradução nossa). A razão dessa individualidade está na alta cooperação que existe entre os componentes, resultando em uma estrutura integrada.

Ademais, segundo o mirmecólogo, a colônia manifesta uma relação peculiar com o ninho, uma relação similar à de um molusco com a concha que o envolve. O ninho constitui uma estrutura unitária, porém plástica, pois se desenvolve e se adapta conforme o crescimento da colônia e suas reações às mudanças no ambiente. De certa maneira, a afirmação de Wheeler sobre o ninho se parece com a ideia do *fenótipo estendido*, do biólogo Richard Dawkins (1983). Em resumo, os genes causariam efeitos fenotípicos no ambiente como a habilidade de construção do dique por um castor, e a seleção favoreceria estes indivíduos cujas aptidões se mostraram vantajosas.

No caso da colônia de formigas, o ninho seria uma extensão fenotípica de sua atividade organísmica, um tipo de fronteira material. A arquitetura do ninho definida pelas dimensões dos túneis bem como a dinâmica de escavação resultaria da combinação da auto-organização da colônia – a partir da interação local entre as formigas – e as respostas comportamentais às

propriedades do ambiente<sup>39</sup>. Portanto, a identidade do organismo colonial é conservada mediante as interações com o meio.

Em outro aspecto, a colônia seria um sistema metabólico, visto que seu crescimento está associado à geração de novos indivíduos por meio da rainha-mãe. Segundo Wheeler, a colônia de formigas “tem um tamanho definido que depende, é claro, do número de seus componentes” (1911, p. 311, tradução nossa). Nesse contexto, a rainha executa o papel de ovário, que libera os óvulos fertilizados e não fertilizados, na produção dos componentes constitutivos do organismo. Por exemplo, quando uma colônia tem aproximadamente 10 mil operárias, a fim de manter a estrutura ela terá que produzir outras 10 mil. O metabolismo de uma colônia está vinculado à existência da rainha que no período de 15 a 30 anos irá produzir novas formigas. Quando a rainha morre, também morre a colônia (GORDON, 2002).

Porém, há casos em que, se a rainha é removida, é possível que uma fêmea virgem ocupe a função, como acontece com a espécie *Harpegnathos saltator* e gere novas formigas<sup>40</sup>. Isso significa dizer que a colônia tem um ciclo de crescimento e reprodução adaptável (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014). Ademais, o comportamento de uma colônia é especificado pelo seu tamanho e estrutura, os quais geralmente são similares, muito embora, algumas espécies se diferenciem como é o caso das formigas parasitas *Anergates atratulus* que tem a aptidão para invadir ninhos populosos e substituir a rainha morta, gerando apenas machos e fêmeas virgens, enquanto as operárias mantêm o papel de criar e proteger a prole (WHEELER, 1911; BUSCHINGER, 2009; HÖLLDOBLER & WILSON, 1996).

Em suma, Wheeler (1911) estabelece como argumento para a organismalidade da colônia a **sociogenia**, a ideia de que todo organismo manifesta uma forte predileção por buscar outros organismos e assimilá-los ou cooperar com eles para compor um indivíduo biológico mais abrangente e eficiente, a fim de garantir a própria sobrevivência. Com efeito, temos um sujeito que se desenvolve, se reproduz e reage às perturbações externas. Mas os fatores que

---

<sup>39</sup> Ver MINTER, Nicholas J et al. Morphogenesis of an extended phenotype: four-dimensional ant nest architecture. **Journal of the Royal Society**, Interface vol. 9,68 (2012): 586-95. doi:10.1098/rsif.2011.0377. Ver também RODRIGUEZ-PLANES, Lúcia I & FARJI-BRENER, Alejandro G. *Extended phenotypes and foraging restrictions*: ant nest entrances and resource ingress in leaf-cutting ants. *Biotropica*. 2019; 51: 178– 185. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12630>.

<sup>40</sup> Ver PENICK, Clint A. et al. Reversible plasticity in brain size, behaviour and physiology characterizes caste transitions in a socially flexible ant (*Harpegnathos saltator*). **Proceedings of the Royal Society B**, Vol. 288, Issue 1948, 14 April 2021. DOI: <http://doi.org/10.1098/rspb.2021.0141>.

acarretam em sua unidade ainda precisam ser abordados com mais profundidade, análise que faremos a seguir.

### **3.4 O que torna a colônia efetivamente um organismo, de acordo com a Sociobiologia**

De acordo com perspectiva sociobiológica<sup>41</sup> defendida pelos biólogos Bert Hölldobler e Edward O. Wilson, a colônia de insetos tem de ser analisada como “o equivalente de um organismo, como [uma] unidade” (2014, p. 17). Neste caso, a colônia é mais que uma mera agregação de indivíduos, mas uma associação de coisas vivas, que através da cooperação estreita entre seus membros, possui todas as características de um organismo. Em outras palavras, a colônia de insetos é um **superorganismo** (HÖLLDOBLER & WILSON, 1996), cujo termo foi originalmente cunhado por Wheeler (1911). Este superorganismo seria uma verdadeira sociedade, pois os conflitos entre os indivíduos por privilégios reprodutivos são reduzidos a fim de maximizar a sobrevivência em grupo (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014).

Todavia, enquanto Wheeler (1911) por um lado, afirma que a colônia de formigas é genuinamente um organismo, Hölldobler e Wilson (2014), por outro, a examinam como um sistema análogo. Embora nada impeça que os fatores biológicos da socialidade possam ser interpretados como fundamentos para uma ontogenia do indivíduo biológico. Se tivermos em vista que um organismo é um sistema físico hierarquicamente organizado, em que os níveis individuais se interagem para constituir os níveis holísticos, então é possível dizer que dois aspectos o definem: a atividade cooperativa e a alta capacidade de integração. Posto isto, nossa análise aqui se concentrará, de modo específico, nessas duas características: **cooperação** e **comunicação**. Elas são cruciais para embasar o acoplamento estrutural e o fechamento organizacional da colônia.

#### **3.4.1 Cooperação**

Primeiramente, uma colônia de formigas é composta por duas castas majoritárias: a operária (fêmeas estéreis) e a reprodutiva (fêmeas e machos férteis). Em geral, as operárias que trabalham no interior do ninho cuidam das necessidades da rainha-mãe e de sua prole, empilhando os alimentos e nutrindo suas irmãs e irmãos; as demais trabalham no exterior, forrageando a procura de comida ou protegendo o formigueiro dos ataques de colônias inimigas.

---

<sup>41</sup> O estudo da colônia de formigas como Superorganismo é realizado pela Sociobiologia, uma área da ciência que investiga os fundamentos biológicos do comportamento social em qualquer forma de vida (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014). Nesta seção estamos explorando os mecanismos genéticos e funcionais da socialidade em formigas.

Mas ambas estão dispostas a se sacrificarem para garantir a vida da colônia, já que ela é essencial para que as características genéticas da família sejam transmitidas e prosperem na geração seguinte. Esta seria, de início, consequência do comportamento altruísta das formigas, o qual busca garantir que o *pool* gênico – o material genético partilhado pelo grupo –, esteja presente na descendência (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014).

Imagine, por exemplo, que alguém de uma família decida permanecer solteira e jamais tenha filhos e, no entanto, se dedicará a cuidar do bem-estar das irmãs. Como consequência, suas irmãs terão e criarão muitos filhos, os quais carregarão metade dos genes da irmã solteira. Para ser mais claro, tendo em conta que por serem parentes compartilham metade de seus genes em virtude de serem filhos do mesmo pai, a solteira irá trabalhar para que sua irmã tenha o dobro de filhos, assim estará compensando sua escolha de não ter uma prole própria (HÖLLDOBLER & WILSON, 1996).

Este exemplo simplifica o conceito de **seleção de parentesco**, o qual consiste “em favorecer ou desfavorecer determinados genes em parentes mediante ações tomadas por parte de um indivíduo” (HÖLLDOBLER & WILSON, 1996, p. 102, tradução nossa). Considerando que os membros de uma mesma família têm maior probabilidade de compartilharem um mesmo gene. No caso de irmãos e irmãs há uma chance alta de compartilharem 50% dos genes do progenitor. O comportamento altruísta então, seria explicado pelo interesse de assegurar que o gene comum a uma família seja transmitido à geração seguinte, mas isso requer o sacrifício de alguns dos membros. Tendo em conta que as chances de altruísmo estão diretamente relacionadas ao nível de parentesco, um indivíduo, por exemplo, em uma situação de afogamento, se sacrificará para salvar irmãos e primos de primeiro grau, devido à proximidade genética. Porém, dificilmente para salvar tios ou primos de segundo e terceiro grau, bem como um estranho (DAWKINS, 2007).

A ideia de seleção de parentesco afirma que a seleção natural acontece ao nível do grupo e não do indivíduo (WYNNE-EDWARDS, 1964; HÖLLDOBLER & WILSON, 1996; 2014). Por conseguinte, como na ilustração acima, se alguns dos componentes de uma mesma família são estéreis, enquanto a outra parte é fértil, segue-se que os parentes estéreis se sacrificarão pelo bem-estar dos férteis, com a intenção de que o *pool* gênico esteja presente nos descendentes.

Na visão do entomólogo William D. Hamilton, o benefício para os parentes deve valer duas vezes mais que o grau de parentesco entre o altruísta e o parente. Se o altruísta compartilha  $\frac{1}{4}$  de seus genes com o tio e  $\frac{1}{8}$  com o primo de primeiro grau, ao se sacrificar por qualquer

um deles aumentará as chances de reprodução entre quatro a oito vezes para que o material genético se espalhe. Logo, é muito mais provável que o altruísmo seja bem melhor sucedido entre membros de uma mesma família (HAMILTON, 1964; DAWKINS, 2007). O efeito do conjunto das interações do altruísta com seus beneficiários é chamado de **êxito reprodutivo em sentido amplo**. No presente cenário, a abnegação do indivíduo aumenta o êxito reprodutivo de um dos parentes (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014).

Evidentemente, atribui-se bastante importância ao alto nível de relação genética como condição para a eficiência da seleção de parentesco. Todavia, na opinião de Edward O. Wilson, isso é um erro. Deve-se levar em conta também a relação custo-benefício, ou seja, o altruísmo irá prosperar quando o nível de relação genética entre o altruísta e o beneficiário e o custo para o altruísta é baixo, mas para o beneficiário e o herdeiro é muito alto. Nesse sentido, além dos fatores genéticos, é preciso incluir os fatores ecológicos (HAMILTON, 1964). Em outras palavras, o altruísmo hereditário se propagará em um grupo sempre que houver pressões ambientais favoráveis às interações altruístas. Sendo assim, o altruísmo não estará apenas naqueles parentes que são descendentes diretos como também nos que não são descendentes diretos, chamados de parentes colaterais (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014), embora isso não exclua que o auto sacrifício seja mais bem sucedido em parentes com coeficiente genético estreito (DAWKINS, 2007).

A partir disso, E. O. Wilson argumentará que a seleção natural, isto é, a transmissão das características fenotípicas positivas opera no que tange ao superorganismo com base em três forças seletivas atuantes simultaneamente e em vários níveis (2014, p. 37-38):

- i. a seleção por grupos (a sobrevivência e a reprodução diferencial entre grupos cooperativos);
- ii. a seleção direta de indivíduos (a sobrevivência e a reprodução diferencial de cada um dos membros da colônia); e
- iii. a seleção por parentesco de indivíduos que não são descendentes diretos (ou parentes colaterais) que é o êxito reprodutivo diferencial dos membros da colônia devido ao fato de serem beneficiados ou impedidos por seus parentes colaterais e outros parentes não descendentes, que não são membros da prole.

O êxito reprodutivo da colônia seria, logo, resultado destas três forças seletivas agindo em conjunto. Desse modo, a seleção de parentesco seria uma espécie de seleção de grupo atuando

ao nível do organismo colonial, já que garante a propagação do gene favorável ao altruísmo. Consequentemente, a colônia passa a ser analisada como um **indivíduo evolutivo**, ou, uma unidade de seleção natural (WILSON & SOBER, 1989).

Quanto aos insetos da ordem *Hymenoptera* que compreende formigas, abelhas e vespas, o altruísmo hereditário está conectado à determinação do sexo pelo mecanismo de **haplodiploidia**. A rainha virgem, na fase nupcial, acasala-se com mais de um macho, armazenando em um receptáculo os espermatozoides pelos próximos 10 a 30 anos de sua vida. Neste período, a rainha distribui os espermatozoides de acordo com o número de óvulos a serem fecundados, porém alguns ovos não fecundados também são produzidos.

Como consequência, os ovos fecundados que são **diploides** (possuindo os dois conjuntos de cromossomos) se tornam fêmeas; os ovos não fecundados que são **haploides** (com um conjunto de cromossomos) se tornam machos. As fêmeas, portanto, possuem os cromossomos do pai e da mãe, enquanto os machos possuem apenas os cromossomos da mãe (DAWKINS, 2007). Todavia, no caso das abelhas, as fêmeas se diferenciarão como operária ou rainha de acordo com o modo como são alimentadas. Considerando que a abelha fêmea tem metade dos genes da mãe e a outra do pai, ela pode se desenvolver como rainha ou operária, e o que determina a qual destas castas ela irá pertencer é a qualidade da proteína recebida no estágio de pupa.

Agora, vejamos o grau de parentesco entre machos e fêmeas em relação à rainha; se, de um lado, os irmãos tem relação genética com a mãe de  $\frac{1}{2}$ , por outro, com as irmãs eles terão de  $\frac{1}{4}$ . O biólogo evolucionista Richard Dawkins<sup>42</sup> nos mostra, de modo claro, o que isso significa:

As irmãs de pai e de mãe não apenas partilham o mesmo pai, como os dois espermatozoides que as conceberam eram idênticos em todos os seus genes. As irmãs equivalem, portanto, a gêmeas idênticas, no que diz respeito aos

---

<sup>42</sup> Richard Dawkins (2007) e Edward O. Wilson (2014) têm posições distintas quanto à ideia de seleção de parentesco. Para Dawkins (2007), a seleção de parentesco não é um tipo específico de seleção de grupo, mas um efeito da seleção de genes. A ideia de animais apresentarem comportamento altruísta com membros da família e egoísta com o restante não é exata, pois ignora a inexistência de uma fronteira entre família e não-família. Na verdade, segundo Dawkins, o grupo favorece a transmissão de determinados genes à geração seguinte. Em contraposição, Wilson argumenta se tratar de um erro a tese de Dawkins, visto que a hipótese da haplodiploidia como uma tendência genética pra a eussocialidade não explica o fato de existir muitas espécies haplodiploides que não são sociais, enquanto há espécies diplodiploides que são sociais (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014). Outra razão para o mecanismo de haplodiploidismo não elucidar completamente a alta cooperação entre insetos himenópteros é a rainha não ser fecundada só por um macho, e sim, por dois ou mais, o que torna o parentesco entre as obreiras mais próximo. No entanto, não abordamos neste tópico essas diferenças interpretativas. Nosso objetivo foi, a partir de Dawkins e Wilson tornar claro o argumento de Hamilton sobre a seleção de parentesco como fator da cooperação entre as formigas.

seus genes de origem paterna. Se uma fêmea tem um gene A, deverá tê-lo recebido ou do pai ou da mãe. Se o recebeu da mãe, existe uma probabilidade de 50% de que sua irmã também o tenha. Mas se o recebeu do pai, essa probabilidade passa a ser de 100%. Portanto, o grau de parentesco entre as irmãs bilaterais, no caso dos himenópteros, não é  $\frac{1}{2}$ , como seria entre os animais sexuais normais, e sim  $\frac{3}{4}$ . Segue-se que uma fêmea de himenóptero tem um parentesco mais próximo com suas irmãs bilaterais do que com seus descendentes de qualquer sexo (2007, p. 304-305).

Qual o efeito disso? Se cada fêmea está conectada à mãe pela metade de seus genes (grau de relação genética de 0,5), porém às irmãs por  $\frac{3}{4}$  dos genes (grau de relação genética de 0,75), é mais vantajoso que ela crie e proteja as irmãs do que as filhas. Aqui temos um dos fatores do comportamento altruísta a nível colonial. Ora, em vez de ter filhas, a fêmea irá cuidar da mãe para que esta produza tantas irmãs quanto for possível. Por quê? Considerando que o grau de relação genética com os irmãos é de  $\frac{1}{4}$  (ou 0,25) e com as irmãs é de  $\frac{3}{4}$ , a forma de promover a multiplicidade de seus próprios genes é auxiliando a rainha a produzir mais irmãs. Isso dispense muita energia e dedicação das obreiras que sacrificarão os próprios corpos para beneficiar suas irmãs e irmãos reprodutores, precisamente, influenciando a rainha a produzir 3 fêmeas para cada 1 macho. A hipótese da haplodiploidia conduz, portanto, ao raciocínio de que as obreiras terão maior grau de cooperação entre si, devido ao estreito vínculo genético, enquanto os machos terão um grau baixo de cooperação com suas irmãs, restringindo-se ao papel reprodutor (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014).

Por sua vez, a **trofalaxia**, quando uma formiga regurgita o alimento líquido armazenado no estômago na boca da companheira, seria um meio para os membros da colônia terem o mesmo odor. Contudo, “talvez a função da trofalaxia não seja a regurgitação de alimentos senão o intercâmbio de hidrocarbonetos provenientes da glândula pós-faringe. [...] A distribuição dessas substâncias entre os membros da colônia gera uma norma “homogênea” de reconhecimento” (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014, p. 228, tradução nossa). É possível também que, além da transferência de alimentos, o **asseamento**, que consiste em lambar e esfregar as patas na superfície corporal das companheiras com a intenção de limpar, seja outro fator para produzir um odor comum (HÖLLDOBLER & WILSON, 1996).

### 3.4.2 Comunicação

No que se refere ao fator da comunicação, a formiga tem um Sistema Nervoso Central (SNC) com aproximadamente 250 mil ( $2,5 \cdot 10^5$ ) neurônios concentrados em um pequeno volume, o cérebro, ou centro ganglionar dorsal da cabeça. Este é composto por três pares de

gânglios fundidos (FRANKS, 2009; GULLAN & CRANSTON, 2017): protocérebro (processa os estímulos ópticos); deutocérebro (inervando as antenas); e, tritocérebro (conecta os sinais motores).

Além disso, a percepção das características químicas e físicas do ambiente nos insetos ocorre por meio das antenas, órgãos sensoriais que podem ter a função quimiorreceptora de distância (ou olfativa), quimiorreceptora de contato (ou gustativa), bem como mecanorreceptoras (ou vibracional). As formigas têm, por exemplo, nas extremidades de suas antenas, os chamados flagelos, pelos quimiossensoriais microscópicos (sensilas) com vários orifícios que se abrem para capturar sinalizadores químicos (semioquímicos) voláteis, como os **feromônios**. Ocorre que, quando uma formiga produz a secreção do feromônio por meio das glândulas exócrinas, a outra capta o odor e reage ao estímulo.

Os feromônios desempenham, segundo Hölldobler e Wilson, em média, doze categorias funcionais (2014, p.159-160; GULLAN & CRANSTON, 2017, p. 183-187). Vejamos alguns deles:

1. Alarme. Geralmente, sinalizando a invasão de inimigos.
2. Agregação. Para reunir os indivíduos na formação da colônia.
3. Recrutamento. Para buscar alimentos ou novos locais para construir um ninho.
4. Asseamento. Envolve assistência e cuidado da ninhada. (explicada acima)
5. Trofalaxia. Intercambio entre membros por meio de troca de alimentos líquidos, o qual, frequentemente, serve para compartilhar feromônios. (explicada acima)
6. Efeito grupal. Facilitação ou inibição coletiva de uma atividade determinada.
7. Reconhecimento dos companheiros de ninho e das distintas castas existentes nele.
8. Determinação das castas. Seja estimulando ou impedido que os indivíduos se transformem e passem a formar parte de certas castas.

A quantidade de glândulas exócrinas em todas as espécies de formigas chega a ser mais de quarenta. Se considerarmos que a maioria dessas glândulas produzem feromônios, teremos um número razoável de sinais químicos com distintas mensagens. Em outras palavras, essas moléculas semióticas formam um rico vocabulário, cujo significado é visível no comportamento coletivo. Não obstante, os órgãos mecanossensoriais, que capturam outra forma de sinalização como a vibração acústica, no meio sólido ou no ar, soma-se aos estímulos

químicos. Como consequência, os estímulos químicos (olfatórios ou gustativos) são, ocasionalmente, acompanhados de estímulos vibratórios (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014).

As formigas-tecelãs (*Oecophylla*) são um exemplo apropriado para entender melhor a comunicação química. Uma espécie deste gênero é a *Oecophylla smaragdina* que vive nos bosques da África subsaariana, nas colinas do Quênia, em colônias com até meio milhão de formigas, ocupando uma vasta área. De acordo com Hölldobler (1996), que estudou esta espécie entre os anos 1970 e 1980, as formigas-tecelãs africanas protegem a região que dominam atacando mortalmente intrusos, desde mamíferos às colônias inimigas, que ultrapassam a fronteira química traçada por elas em torno da região ocupada. De que modo elas fazem isso? Da mesma maneira que um cão espalha urina para demarcar seu território, essa espécie de formiga defeca em áreas distantes do ninho para definir uma fronteira. O odor das fezes é característico daquela colônia, quando uma forasteira identifica o odor, ela acaba retornando ao seu ninho (HÖLLDOBLER & WILSON, 1996).

Outra forma de comunicação da espécie *O. smaragdina* descrita pelo autor, combina sinais químicos olfativos e gustativos com sinais táteis. Nesse caso, temos uma semiose complexa estruturada de acordo com o objetivo. A respeito das maneiras das espécies *O. smaragdina* se comunicarem, vejamos o que Hölldobler relata:

Sempre que a operária forrageira encontra uma companheira de ninho, ela deposita uma substância química em forma de uma trilha e combina a essa ação um determinado movimento do corpo, seja uma pequena dança ou um toque de antenas. [E] se o alimento estiver em forma líquida, ela abre suas mandíbulas e regurgita uma amostra. A companheira de formigueiro pode, [então], saborear brevemente a porção e, em seguida, percorrer toda a trilha até a fonte de alimento recém-descoberta (1996, p. 55, tradução nossa).

A este tipo de combinação de sinais realizada pelas formigas-tecelãs africanas é dado o nome de **comunicação multimodal**. As operárias forrageiras do gênero *Aphaenogaster albisetosa*, por exemplo, fazem uso de vibração acústica como forma de amplificar o alcance dos feromônios no recrutamento das companheiras. Quando a forrageira encontra um objeto maior do que é capaz de carregar, ela além de secretar o feromônio, emite um som parecido com um guincho, tão estridente que ao alcançar as outras operárias, essas reagem movendo-se mais rápido para chegar a tempo de ajudá-la (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014). A **estridulação**, nome atribuído a esse comportamento, é um meio não somente de reforço do estímulo químico através do “canto”, mas também um tipo peculiar de linguagem.

No entanto, as respostas comportamentais às vibrações acústicas nas formigas que captam o sinal irão mudar segundo o contexto. Em certas situações poderão significar pedido de ajuda, noutras alerta de perigo. De certo modo, a combinação de signos químicos com sinais táteis e sonoros produz uma linguagem multissensorial entre os membros de uma colônia semelhante a um show de música new age com mistura de som, laser e fogos de artifício (HÖLLDOBLER & WILSON, 1996; 2014).

Existe outra perspectiva da comunicação entre formigas que merece ser analisado: a **alocação de tarefas**, “processo que resulta no engajamento de certas operárias em tarefas específicas, em números apropriados à situação do momento” (GORDON, 2002, p. 98). Considerando que a experiência sensível de uma formiga é baseada em estímulos químicos e táteis, a regularidade com que interage com outras companheiras de ninho influencia o comportamento da colônia. Não obstante, essa frequência está vinculada ao padrão de movimento das formigas, à maneira como se move de um lado para outro (GORDON, 2002).

Ademais, o padrão de interação das formigas está estreitamente conectado à densidade de operárias no ninho e ao formato das trajetórias percorridas. Se o número de formigas é baixo, a trajetória é reta e a troca de informação é eficiente. Porém, se a densidade é baixa e a trajetória é emaranhada, a frequência de encontros é reduzida, assim como a comunicação. O contrário também se aplica a uma colônia com um grande número de formigas. Se a trajetória é reta, a comunicação é baixa. Entretanto, em uma colônia com uma densidade alta de formigas, a trajetória não apenas será emaranhada, mas visto que cobre um vasto território, a frequência de encontros também será alta. Nesse caso, é o tamanho da rede que importa e não muito o formato das trajetórias, desde que a transferência de informação seja eficiente. Temos aqui, uma relação proporcional entre **taxa de contato** e **densidade** de operárias (GORDON, 2002).

De acordo com a bióloga Deborah Gordon, da Universidade de Stanford, “as formigas são capazes de usar a taxa de contato para avaliar a densidade” (2002, p. 95). Por exemplo, a pesquisadora relata um experimento de perturbação feito por ela com formigas da espécie *Pogonomyrmex barbatus*, no deserto do Arizona. Ela conta que quando retirou o alimento de certas forrageadoras que retornavam para o formigueiro, esse ato resultou em uma queda no número de operárias que saíam para procurar comida. Quando, por sua vez, pendurou com um arame um cilindro de papelão na entrada do ninho, o número de patrulheiras aumentou.

Na opinião de Gordon (2002), os experimentos de perturbação demonstram que as tarefas das formigas são interdependentes e, com isso, que elas se deslocam de uma tarefa para

outra. No caso das patrulheiras, a partir da taxa de contato entre as operárias, aquelas que perceberam haver a necessidade de trabalho extra fora do ninho, trocaram de tarefa para auxiliar as demais. É semelhante a um homem que ao ver muitas pessoas correrem em direção a uma casa em chamas, carregando baldes d'água, decide mudar de rumo para ajudar. Consequentemente, “se uma formiga deixa uma tarefa para desempenhar outra, o número na tarefa que deixou vai diminuir em um, e o número naquela que passa a desempenhar vai se elevar em um” (GORDON, 2002, p. 104).

Inicialmente, levamos em conta a comunicação química e tátil das formigas por meio das antenas como uma troca de mensagens (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014). Entretanto, Gordon sugere um ponto de vista diferente, ela argumenta que a interação pode não transmitir nenhuma mensagem senão a própria interação e que esta seria mais relevante. Assim, o signo seria o padrão de contato, a frequência de encontro entre as formigas de uma colônia (GORDON, 2002).

É evidente aqui a existência de uma conexão entre o modo como os indivíduos se comunicam e a adaptação da colônia às mudanças do ambiente sem desfazer sua ordem interna. As interações locais embasam a auto-organização que dá origem à colônia. Isso significa, precisamente, que “o superorganismo está constituído pelas respostas individuais programadas dos organismos que o compõem” (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014, p. 22, tradução nossa). De um lado, as castas são o produto da cooperação entre as formigas nos níveis mais elevados de socialidade; do outro, os órgãos quimiossensoriais, definem o tipo de integração (ou acoplamento) entre elas. Essas características parecem suficiente para qualificar a colônia como um verdadeiro organismo, dentro da concepção enativista do sistema autônomo.

### 3.5 A colônia de formigas como um organismo.

As ideias acima irão fundamentar a **teoria da organismalidade**, defendida por David C. Queller e Joan E. Strassman (2009), cuja pesquisa em biologia evolutiva se tornou crucial por fornecer uma agenda empírica para entender as razões da individualidade biológica<sup>43</sup>. Sua ideia central é de que um organismo é produto de uma alta cooperação associada a um forte

---

<sup>43</sup> Sugerimos a leitura da seção 8 no artigo sobre indivíduos biológicos, disponibilizado na Enciclopédia de Filosofia de Stanford, intitulado *Regulating Evolutionary Individuals*. Ver WILSON, Robert A. & BARKER, Matthew J., "**Biological Individuals**", **The Stanford Encyclopedia of Philosophy** (Winter 2021 Edition), Edward N. Zalta (ed.), Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/biology-individual>. Acesso em 2 de setembro de 2021.

controle dos conflitos intraorganismais (QUELLER & STRASSMAN, 2009; 2010). Nesse sentido, colônias de insetos sociais ou comunidades multiespécies com alta cooperação seriam integrados o suficiente para constituírem organismos genuínos.

Esse raciocínio de que seres vivos são formados por diferentes níveis de grupos sociais que cooperam entre si, enfatiza a adaptação como aspecto central do ser vivo. Ou seja, cooperação elevada e conflito controlado ou ausente entre as partes é dizer que o organismo é o objetivo da adaptação. Portanto, um sistema vivo é uma unidade de adaptação. Todavia, cooperação e conflito são tratados de maneira separada pelos autores. É possível, então, que exista grupos com alta cooperação e alto conflito, constituindo, pois, uma sociedade; enquanto, grupos com baixa cooperação e baixo conflito, apenas formam grupos simples (QUELLER & STRASSMAN, 2010). Porém, como dizer quais unidades são organismos verdadeiros?

Os pesquisadores afirmam que uma distinção adequada se baseia na característica das partes, se elas são indivíduos semelhantes ou diferentes. Como resultado, tem-se dois tipos de organismos: **fraternos** e **igualitários**. Os organismos fraternos são aqueles compostos por múltiplos indivíduos de uma mesma espécie ou por indivíduos clonais, que se agrupam com o objetivo de transferir o *pool* gênico à geração seguinte. De maneira oposta, os organismos igualitários são aqueles compostos por indivíduos biológicos diferentes que estabelecem uma relação mutualista. Entretanto, esse modo de agrupamento pode ocorrer em vários níveis, ou seja, uma entidade biológica pode ser uma reunião de indivíduos fraternos e igualitários, a exemplo do homem que é constituído por células e outros micro-organismos (QUELLER & STRASSMAN, 2010).

O conceito de **organismos fraternos** toma como paradigma organismos multicelulares, como gatos e cães. Em linhas gerais, os organismos paradigmáticos fraternos são organismos clonais, em que cada parte é geneticamente idêntica a todas as outras. Nesse contexto, a alta cooperação é produto do estreitamento parental. Conseqüentemente, temos uma unidade fisiologicamente coesa, em que todas as células que compõe a unidade colaboram para garantir a reprodução das células germinativas. Entretanto, em um organismo multicelular também há conflitos, é possível mutações em células somáticas que as desconectam do grupo convertendo-as em cânceres. Assim, uma unidade biológica não apenas é efeito da alta cooperação como também do conflito entre componentes, embora, os conflitos entre as partes, ou são de menor dimensão, ou controlado.

Um exemplo de organismo fraternal é o *D. discoideum*<sup>44</sup>, uma ameoba que, dependendo das condições do ambiente, pode migrar de uma vida solitária para uma social, ao se agregar a outras próximas engendrando, assim, um organismo multicelular. Imaginando que durante o período multicelular haja níveis de cooperação assim como níveis latentes de conflito, porém se o conflito é baixo ou esporádico, segue-se então que *D. discoideum* é um organismo verdadeiro (QUEELER & STRASSMAN, 2009; 2010; 2011). Dependendo das condições ambientais, ela pode sair de um modo de vida solitário para o gregário/social.

Além dele, colônias de indivíduos multicelulares como os sifonóforos cnidários, de modo específico, a *Physalia physalis*, também podem ser considerados organismos, dado que o baixo conflito e a alta cooperação são resultados da clonalidade de um único indivíduo unicelular. Por conseguinte, os grupos clonais se especializam funcional e morfológicamente em quatro tipos diferentes de pólipos: a) pneumatóforo, uma vesícula cheia de ar para garantir a flutuação; b) gastrozoides, que fazem o papel de aparelho digestivo da colônia; c) dactilozoides, que funcionam como tentáculos; d) e os gonozoides, destinados à reprodução. Estes organismos são partes dependentes entre si, além de morfológicamente estarem associados, de modo que se torna impossível viverem separados. No entanto, a *P. physalis*, na ótica tradicional, não é conceituada como uma entidade biológica, e sim um agregado de pólipos. O argumento de Queller e Strassman (2009; 2010), em oposição a esse ponto de vista, afirma que o sifonóforo é genuinamente um organismo, dada a elevada integração das partes.

Em contrapartida, grupos cooperativos não-clonais podem exibir mais cooperatividade e controle de conflitos do que grupos clonais. Uma colônia de insetos sociais, por exemplo, em razão do grau de parentesco entre irmãs, pode ser qualificada como organismo ou não. Considere a hipótese da haplodiploidia<sup>45</sup>, que sustenta a ideia de que em uma colônia de formigas, o coeficiente de relação genética entre as irmãs é de 0,75 enquanto elas em relação aos seus irmãos é de 0,25. Essa proximidade genética se torna essencial para a cooperação entre as formigas operárias (fêmeas), tendo em vista que os machos pouco colaboram. Todavia, como apontado, nem todas as colônias são organismos. À vista disso, Queller e Strassman (2010, p. 609) estabelecem quatro critérios para analisá-las, a saber:

1. Quando o conflito é forte o suficiente, colônias não são organismos.

---

<sup>44</sup> No início deste capítulo, examinamos com maior detalhe este organismo unicelular.

<sup>45</sup> Ver o início do capítulo.

2. Quando o conflito é moderado, são organismos.
3. Quando o conflito é zero e a cooperação é igualmente zero, não são organismos.
4. Quando o conflito é baixo e a cooperação é alta, são organismos.

Nesse contexto, se um grupo de formigas se torna antissocial<sup>46</sup>, a colônia perde a organismalidade. Porém, cerca de 80% das 20 mil espécies de abelhas, com exceção da *Apis mellifera*, são solitárias. O que importa à organismalidade é a cooperação, ou sociabilidade, entre os componentes. Se houver conflito, deverá ser em pequenas proporções, ou localmente, e se não, no mínimo controlável. Assim, estes aspectos são a medida para determinar quais agrupamentos sociais constituem entidades biológicas.

O conceito de **organismos igualitários**, por sua vez, toma como paradigma a parceria da célula eucariótica, composta pela mitocôndria e a célula hospedeira. As células eucarióticas são a base para a variabilidade de formas vivas. A partir desse modelo, um organismo pode também ser algo constituído de diferentes espécies. Por essa linha de raciocínio, a cooperação sexual entre parceiros de diferentes espécies é o bastante para defini-los como organismo. O caso mais ilustre é o Peixe-diabo (*Caulophryne jordani*), em que o macho (com cerca de 1,5 cm) é “parasita” da fêmea (com aproximadamente 18 cm). O macho ao se fixar em definitivo no corpo da fêmea, atrofia todos os órgãos exceto as gônadas (onde se produz as células sexuais), alcançando assim o estágio “parasitário”. Existe, pois, uma relação mutualista: de um lado, o macho se alimenta do sangue da fêmea; do outro, fornece seus gametas para a fecundação dos óvulos. Essa parceria demonstra, portanto, que os organismos podem ser produzidos pela integração de indivíduos não relacionados (QUELLER & STRASSMAN, 2010).

Por conseguinte, tanto os organismos fraternais quanto os igualitários esboçam três tipos de condições para a organismalidade em grupos sociais:

Em primeiro lugar, deve haver vantagens sinérgicas para a cooperação que a tornam mais do que um jogo de soma zero. Em segundo lugar, algumas condições devem alinhar largamente os interesses reprodutivos das partes. Finalmente, quando os conflitos potenciais permanecem, eles devem ser

---

<sup>46</sup> Em um experimento conduzido pelos cientistas Waring Trible e Daniel Kronauer, da Universidade Rockefeller, formigas da espécie *Ooceraea biroi*, que se reproduzem sem fecundação, foram geneticamente alteradas para se tornarem incapazes de reconhecerem os odores químicos. Como resultado, se tornaram antissociais, afastando-se da colônia. No caso, aqui, não existia nem cooperação, nem conflito, logo, nenhuma organismalidade. Ver Trible et al. orco Mutagenesis Causes Loss of Antennal Lobe Glomeruli and Impaired Social Behavior in Ants. *Cell*, Vol. 170, 2017, p. 727–735. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2017.07.001>.

suprimidos por algum mecanismo para que a organismalidade seja alcançada (QUELLER & STRASSMAN, 2010, p. 611, tradução nossa).

Essas condições são visíveis na colônia de insetos sociais dado que o altruísmo fornece os benefícios evolutivos para o grupo. A cooperação só é ameaçada em situações como a morte da rainha. Em casos assim, se não houver operárias que possam assumir o lugar da rainha, a colônia também morrerá. Ademais, é possível afirmar que o feromônio de agregação liberado pela rainha seja um meio de reduzir o conflito e manter a cooperação.

Em suma, um organismo é uma unidade social definida pela elevada cooperação das partes. Esse argumento pode ser estendido aos demais animais coloniais produzidos por grupos sociais clonais e não-clonais, assim como a outros animais incluindo o homem. Nesta perspectiva, o organismo é uma fronteira da evolução, o que deixa aberta a possibilidade de agrupamentos que se aproximam da unidade, do mesmo que existem agrupamentos que alcançam a unidade (QUELLER & STRASSMAN, 2010).

Desde o início deste capítulo, buscamos determinar se a colônia é um organismo, e agora, tomando como base suas características funcionais até aqui examinadas, é possível afirmar que ela é um organismo genuíno, como defendeu William M. Wheeler (1911). Em outras palavras, a colônia seria um sistema com um nível de integração entre seus componentes suficiente para constituir uma unidade em seu domínio de existência, atendendo, deste modo, ao critério nageliano da composição material. Outrossim, o conceito de fronteira material sustentado pela abordagem enativa passa a ser considerado uma ideia contestável (QUELLER & STRASSMAN, 2009), sendo satisfatório a manutenção da identidade no ambiente. A colônia seria, portanto, uma estrutura viva. Mesmo assim, o fato de as formigas não estarem com seus corpos conectados como ocorre com o *P. physalis*, na formação de um corpo multicelular, mas espalhadas no ambiente, favorece a perspectiva da colônia de formigas como se encontrando entre a individualidade e a agregação. Desse modo, ela poderia ser caracterizada como um organismo indeterminado.

## 4. HÁ COMO É SER UMA COLÔNIA DE FORMIGAS?

### 4.1 Considerações Iniciais

No capítulo 1, buscamos examinar a premissa da composição material tomada como critério de análise para determinar se uma colônia de insetos eussociais himenópteros (formigas e abelhas) constituiria um organismo genuíno. Esta premissa afirma que um organismo é um arranjo de componentes materiais de modo especial. Todavia, considerando que o conceito de composição no argumento de Thomas Nagel (1979) parece vago, pois não determina o modo como os componentes físicos básicos devem estar combinados para produzir uma unidade biológica consciente, nem sequer define com clareza o que é um organismo genuíno, optamos por investigar uma abordagem do sistema vivo que, ao menos, fosse mais específica. Pensamos que uma concepção estrita do organismo atenderia à premissa da composição dentro da ótica do Pampsiquismo. Ou seja, que tipo de unidade é uma estrutura apropriada para ser um sujeito capaz de experiência consciente.

Dessa maneira, no capítulo 2, examinamos a abordagem enativa, que define o sistema vivo como um sistema que se autoproduz a partir de uma rede circular de componentes. Uma organização material, segundo essa perspectiva, para ser qualificada como vivo deve ter de satisfazer um conjunto de características baseadas no modelo de vida mínima (a célula), como ter uma fronteira material e um sistema metabólico. No entanto, a colônia de formigas parece não atender um desses critérios e, por isto, não seria uma unidade viva.

Como consequência, os aspectos que fundamentaram a análise enativa da colônia como organismo se situaram no exame do conceito de fechamento organizacional e acoplamento estrutural, isto é, ser uma unidade definida no ambiente a partir da relação de suas partes. A partir disso, analisamos o argumento de William M. Wheeler (1911), que afirma ser o agregado de formigas um organismo produzido pela cooperação de seus membros, especificado pelos mecanismos biológicos da auto-organização colonial: cooperação e comunicação química. Estes são fatores essenciais para a organismalidade, dado que a estabelecem como organismo genuíno, realizado pela alta integração de seus componentes. Entretanto, ficou aberta a possibilidade dela, na verdade, se encontrar em uma região intermediária da individualidade biológica, devido à falta de uma conexão morfológica entre os componentes.

No presente capítulo, dissertaremos sobre a possibilidade ou não da colônia de formigas ter uma experiência consciente. De acordo com Thomas Nagel (2004), a consciência é uma

propriedade do organismo. Nesse caso, a colônia sendo um organismo verdadeiro pode ter algum tipo de consciência. Aqui, examinaremos, a partir do conceito de composição fenomenal, de que maneira as partes conscientes conectam suas experiências para compor a experiência do sistema como um todo. A análise deste conceito se baseará nas outras três premissas do Pampsiquismo, apresentadas pelo autor e tomadas aqui como parâmetros: a antirreducionista, a visão de que os aspectos fenomenais não são redutíveis aos aspectos físicos; a antiemergentista, a visão de que as propriedades fenomenais de um sujeito estão fundadas nas propriedades microfenomenais das entidades físicas básicas que o compõem; o realismo, a visão de que os estados mentais são propriedades exclusivas do organismo (NAGEL, 1979).

A premissa do antirreducionismo é tomada como parâmetro para analisar a hipótese de as formigas serem conscientes. Isso significa que uma explicação do comportamento da colônia deve não somente ser mecanicista, mas incluir a ideia de os componentes terem experiência consciente. Por sua vez, de acordo com a premissa da antiemergência, a consciência da colônia estaria fundada na soma das consciências individuais das partes que a constitui. Desse modo, as consciências das formigas quando combinadas em uma estrutura integrada comporiam a experiência de ser essa unidade. Ademais, segundo a premissa do realismo, a experiência consciente da colônia seria exclusivamente dela como entidade – é o estado de ser um organismo.

No entanto, não estamos certos quanto ao tipo de consciência da colônia, ou melhor, que resposta encontraremos. Apesar de existir tanto a possibilidade de a consciência da colônia ser distinta da consciência das partes como também de ser explicada por elas, a resposta definitiva estaria em solucionar o problema da combinação. Como não é nosso objetivo resolver esse problema nesta dissertação, nos limitaremos a apresentar algumas resoluções com base no argumento do combinacionismo. Por fim, este capítulo é ordenado considerando essas três premissas do monismo nageliano, a fim de identificar se a colônia é uma entidade subjetiva.

#### **4.2 As formigas são organismos conscientes?**

Para examinar se as formigas são sujeitos experienciais, precisamos retomar o conceito de consciência fenomenal, ou experiência, em Thomas Nagel, no ensaio *What it is like to be a bat?* (1979), abordado no Capítulo I. Para ele, a consciência é *algo que é ser como* (“what it is like”) aquele organismo (NAGEL, 1979). Em uma definição mais clara, a experiência consciente é algo que é como ser no estado mental específico (CHALMERS, 2002). Há algo

que é como ver Jeanne Hébuterne pintada por Amedeo Modigliani, tal como há algo que é cheirar o aroma do café pela manhã, ou sentir uma dor de cabeça ou saborear um cachorro-quente. Cada um desses estados mentais tem um caráter experiencial com propriedades experienciais que caracterizam o que é ser nesse estado e não são idênticas às propriedades físicas dos objetos intencionados. A maneira como um indivíduo experiencia a pintura de Modigliani é algo que só ele conhece e não existe a possibilidade do outro entender como é essa sensação mesmo que descreva (NAGEL, 1979).

As formigas, segundo o raciocínio de Nagel, quando identificam um sinal químico têm uma experiência consciente, tal como ao saborear a amostra de um alimento compartilhado. No entanto, por mais que uma delas divida a experiência gustativa da comida, talvez não seja experienciada da mesma forma pela companheira. Em nosso caso, temos uma ideia do que é a experiência da visão para membros de nossa espécie, contudo não saberíamos dizer como é essa experiência para os gatos. Sendo assim, se existe algo que é ser como uma formiga não somos capazes de determinar. Entretanto, ao considerarmos que ela tem um cérebro, com um número aproximado de  $25 \cdot 10^4$  neurônios, não podemos descartar a hipótese de ser um sujeito consciente (NAGEL, 1995).

#### **4.2.1 A hipótese de Colin Klein e Andrew B. Barron**

Com base no princípio nageliano do antirreducionismo, as formigas devem ser sujeitos experienciais. Supondo, então, que as formigas são conscientes, em que substrato neural ela está fundada? Em que local do cérebro as informações sensoriais processadas são integradas na experiência consciente? E, qual a relação entre a experiência da formiga e a organização colonial? Uma abordagem teórica que defende a existência de consciência em animais invertebrados é o argumento de Colin Klein e Andrew B. Barron<sup>47</sup> (2016), cuja importância para o estudo da mente está em apresentar uma nova maneira de entender as origens neurobiológicas da experiência subjetiva. De acordo com estes pesquisadores, a consciência dos insetos ocorre em uma região sub-cortical do cérebro, o mesencéfalo.

O argumento de Klein e Barron (2016), por sua vez, baseia-se na teoria de Björn Merker (2007). Em seu artigo, *Consciousness without a cerebral cortex: A challenge for neuroscience and medicine*, este autor afirma que o mesencéfalo (ou cérebro mediano) humano sustenta a

---

<sup>47</sup> Klein e Barron não são pampsiquistas, porém, a teoria desenvolvida por eles é pertinente para verificar se insetos são animais conscientes.

capacidade básica de experiência consciente. No cérebro mediano as informações sensoriais interoceptivas (estímulos provenientes do corpo) e exteroceptivas (estímulos externos ao corpo) são combinadas em um modelo neural do corpo humano em movimento no ambiente (KLEIN & BARRON, 2016). Apesar da anatomia cerebral do inseto ser profundamente diferente da humana, também seria capaz de produzir o mesmo tipo de modelo unificado. Sendo assim, na visão de Merker (2007), os insetos teriam um sistema neural integrado capaz de suportar uma experiência consciente.

Duas características do mesencéfalo são fundamentais para sustentar a experiência subjetiva em insetos. Na primeira, o processamento integrado de informações espaciais permite ao animal em movimento eliminar a ambiguidade entre a saída motora e a entrada sensorial causada por sua ação no ambiente. As diversas informações sensoriais incluindo posição, orientação e movimento do corpo (ou somato-espacial) são unificadas em um modelo neural permitindo ao animal mover-se de maneira organizada no espaço e reagir às mudanças locais. A segunda característica é a integração de informações sobre as necessidades fisiológicas do animal com a localização e disponibilidade de recursos resultar na seleção de ações eficientes a serem executadas pelo animal. Enfim, o mesencéfalo embasa a tomada de decisão do indivíduo e o planejamento de ações (KLEIN & BARRON, 2016).

Seguindo essa linha de raciocínio, Klein e Barron (2016) argumentam que a representação unificada e centrada do mundo na perspectiva do inseto é suficiente para que ele tenha experiência consciente. Ou seja, esses animais são sencientes, são aptos a sentir (*feeling*) internamente sua localização no espaço e responder aos estímulos externos (KLEIN & BARRON, 2016; SØVIK & PERRY, 2016). Ademais, tendo em conta que a consciência envolve a faculdade de perceber algo, ou, depende da existência de objetos externos, o fato de os insetos terem circuitos de atenção no protocérebro sugere que se tornam conscientes do ambiente em torno (FEINBERG & MALLATT, 2016).

É possível, a partir disso, que se interprete o argumento de Klein e Barron (2016) da consciência em insetos como restrito a um senso rudimentar do espaço. Na verdade, para que fique ainda mais claro, não se trata apenas de se mover no espaço e responder aos estímulos ambientais, e sim, a combinação da informação somatoespacial em uma representação interna (SØVIK & PERRY, 2016). Considerando então que a consciência é apoiada por estruturas subcorticais, o número de neurônios por mais relevante que seja, não faria muita diferença sem uma organização funcional apropriada. No caso dos insetos, por exemplo, as abelhas (com 96.

10<sup>4</sup> neurônios) e as formigas (com cerca de 25. 10<sup>4</sup> neurônios) a quantidade de células do sistema nervoso é suficiente para processar estados internos (FEINBERG & MALLAT, 2016).

Mas Klein e Barron (2016) não sugerem que os insetos sejam capazes de monitorar seus próprios processos cognitivos, nem que sejam autoconscientes. Eles não teriam o mesmo tipo de experiência subjetiva que os mamíferos com córtex cerebral têm. Na verdade, teriam uma **consciência primária**, um nível básico de experiência (KLEIN & BARRON, 2016; SØVIK & PERRY, 2016; FEINBERG & MALLATT, 2016). A questão envolvendo o conceito de “nível” é a imprecisão quanto ao número de neurônios suficiente para se atribuir consciência. Possivelmente, a ocorrência da experiência subjetiva não depende da quantidade de células nervosas, mas sim do modo como o sistema está organizado.

Na mesma linha de pensamento de Klein e Barron, de haver um nível mínimo de organização funcional para se ter uma experiência subjetiva, destaca-se o trabalho de Todd E. Feinberg e John M. Mallatt (2016), os quais argumentam existir um número conveniente de níveis neurais em um organismo complexo para produzir consciência. Sendo assim, o número mínimo de níveis neuronais hierárquicos para uma consciência sensorial seria 4; humanos, por exemplo, têm 5 a mais níveis, enquanto os demais animais têm de 3 a 4. Uma vez que os animais invertebrados têm níveis hierárquicos entre 2 e 5, é possível que insetos tenham consciência multissensorial unificada (FEINBERG & MALLATT, 2016).

Por fim, *se* existe a possibilidade de as formigas serem capazes de ter um aspecto subjetivo da experiência a partir da integração das informações sensoriais químicas, visuais e motoras em uma representação interna, então a consciência seria uma explicação extra não somente para a tomada de decisão, mas também para a organização colonial. Como resultado, a experiência consciente forneceria outra percepção do comportamento das formigas (KLEIN & BARRON, 2016). Agora, falta dizer, do ponto de vista da antiemergência, de que modo seria integrada a consciência das partes para constituir a experiência unificada do todo.

### **4.3 É possível combinar mentes?**

#### **4.3.1 Um experimento mental com a ameba *Dictyostelium discoideum*.**

Suponha agora que o *D. discoideum* tem experiência consciente. Essa ameba unicelular passa por quatro estágios em sua curta vida: vegetação (fase unicelular), agregação (constituição da colônia ou do organismo multicelular), migração (o corpo se transporta para

uma região com mais nutrientes disponíveis) e culminação (desagregação)<sup>48</sup>. Sabendo disso, vamos imaginar que cada estágio corresponda a um tipo de consciência resultante do nível de integração física e experiencial.

No início, a consciência ainda é individual, abrangendo as experiências do organismo unicelular como as sensações de detecção de nutrientes no ambiente e o prazer de se alimentar dos micro-organismos disponíveis. Quando, porém, a quantidade de nutrientes se torna escassa, cada indivíduo emite um sinal químico convocando os demais a agregar-se, produzindo assim uma colônia. Nesse estágio inicial cada organismo está cooperando com o outro em um nível fraco de integração física (isto é, ainda não estão anatomicamente conectados) e fenomenal (isto é, a experiência partilhada é parcial). Como resultado, se tem uma espécie de consciência coletiva caracterizada por estar entre a consciência do indivíduo unicelular e a do grupo. No momento em que se alcança uma forte integração entre as partes é gerado um organismo multicelular, ao mesmo tempo a consciência da unidade. Aqui, as experiências das partes estão combinadas para compor a experiência do organismo multicelular. E isso dura até que se encontrar um local com um volume de nutrientes suficiente para cada ameba, causando, a seguir, a desagregação.

Com base nesse experimento mental pretendemos apresentar certas questões relativas à consciência, por exemplo: O que é a experiência das partes? O que é a experiência do todo? O que é a unidade? De que modo as mentes individuais se combinam para constituir a mente da unidade? Qual o limite da integração experiencial? Estas perguntas nos interessam porque estão vinculadas ao nosso objeto de análise, e também abarcam dentro do Pampsiquismo ou do monismo de aspecto dual, o problema da combinação, como micro-experiências se unificam para produzir a experiência do organismo (CHALMERS, 2017).

Por conseguinte, o Pampsiquismo afirma que certas entidades microfísicas são conscientes (CHALMERS, 2013). Uma de suas linhas argumentativas é o **Pampsiquismo constitutivo**, para o qual a macroexperiência (a experiência consciente que entidades macroscópicas têm) é constituída pela reunião das microexperiências conscientes das entidades microfísicas (CHALMERS, 2017; 2013). Em nosso trabalho, o Pampsiquismo constitutivo

---

<sup>48</sup> Aqui tomamos como base a tese de doutorado de Daniel Schardosim Calovi, onde o autor apresenta uma análise criteriosa dos estágios do ciclo de vida social da ameba *D. discoideum* simulados computacionalmente. Ver CALOVI, Daniel Schardosim. **Simulação do ciclo de vida social da ameba *Dictyostelium discoideum***. 82 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/31612>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

embasa a visão de a consciência de organismos genuínos ser composta das microconsciências das partes (ROELOFS, 2019). No entanto, os conceitos de *micro* e *macro* parecem arbitrários. Por exemplo, um cidadão da China é micro em relação ao Estado, e, por sua vez, este mesmo indivíduo é macro em relação às células e átomos que o compõem. Nessa perspectiva, a relação parte-todo parece irrestrita, isto é, um sujeito experiencial poderia compor com outros, um sujeito experiencial adicional.

Contudo, a ideia de uma mente feita da combinação de outras mentes exige que o limite entre a experiência dos componentes e a experiência da unidade sejam conceitualmente bem definidas. Retomemos ao exemplo do *D. discoideum*, no qual a agregação dos organismos unicelulares resulta na constituição de um organismo multicelular. Supondo ser verdade que as partes da colônia são conscientes, não se segue que a unidade biológica tenha consciência. É de pressupor que a colônia se resuma a uma agregação de indivíduos por oferecer vantagens seletivas, sem disso resultar em uma mente unificada. Cada membro pode ter um caráter qualitativo da experiência e jamais compartilhá-lo com os outros. De modo algum haveria uma junção das experiências individuais para dar existência à experiência da entidade biológica.

Todavia, aqui estamos supondo a seguinte ideia do pampsiquismo constitutivo: sujeitos experienciais, podem compor outros sujeitos experienciais (não levando em conta detalhes como ter um sistema nervoso) (GOFF, 2017). Neste caso, o *D. discoideum* nos leva de volta ao chamado “problema da combinação”. De que maneira microconsciências se combinam para constituir macroconsciências? Este problema se trata de entender a unidade da consciência em uma estrutura material composta (o cérebro), de como as informações sensoriais processadas nos conjuntos de neurônios são unificadas na experiência consciente do sujeito.

Para ilustrar essa questão, vejamos o experimento do cérebro dividido (*split-brain*). Em síntese, um paciente com epilepsia passa por uma cirurgia chamada calossotomia, a qual consiste no corte do corpo caloso, cuja função é conectar os dois hemisférios cerebrais direito e esquerdo permitindo a eles que se comuniquem entre si. Após a cirurgia temos um sujeito com os dois hemisférios desconectados. O evento é curiosamente interessante, visto que o lado direito e o lado esquerdo do cérebro estão separados surge um único indivíduo com uma consciência desunificada (NAGEL, 1979; GOFF, 2019; ROELOFS, 2019).

Antes da secção, a metade esquerda do cérebro processava estímulos visuais enviados pela metade direita de cada retina, e a metade direita processava os estímulos visuais enviados pela metade esquerda de cada retina. Em seguida, os estímulos visuais de ambos os hemisférios

eram sobrepostos no córtex visual. Com a bissecção do cérebro, a recepção dos estímulos ocorre, agora, em áreas separadas sem que um quadro completo da experiência seja gerado. No caso, o paciente com o cérebro dividido pode ter duas experiências visuais distintas, uma para o hemisfério direito (por exemplo, a imagem da laranja) e outra para o hemisfério esquerdo (por exemplo, a imagem da maçã) sem desfrutar de uma experiência consciente unificada (laranja + maçã), como aponta Phillip Goff (2019). O sujeito após a calossotomia, não tem apenas um cérebro dividido, ele tem uma consciência fragmentada.

Em seu ensaio, *Brain Bisection and the Unity Consciousness*, Thomas Nagel (1979, p. 159-160, tradução nossa) afirma:

[...] se atribuirmos a integração a uma única mente, devemos também atribuir a dissociação provocada experimentalmente a essa mente, e isso não é fácil. A situação experimental revela uma variedade de dissociações ou conflitos incomuns não só por causa da simplicidade dessas bases anatômicas, mas porque esse largo espectro de funções está dividido em dois ramos incomunicáveis entre si. Não é como se dois centros volitivos conflitantes compartilhassem um aparato perceptual e de raciocínio comum. A divisão é mais profunda que isso. A hipótese de uma só mente deve, portanto, afirmar que os conteúdos da consciência única do indivíduo são produzidos por dois sistemas de controle independente nos dois hemisférios, cada um com uma estrutura mental bastante completa.

Nessa passagem, Nagel deixa claro que a experiência unificada da consciência possivelmente é resultado da integração de duas mentes diferentes. Fundamentado no experimento do cérebro dividido, o filósofo chega à ideia de a consciência do sujeito ser efeito da combinação das consciências das entidades físicas que o constitui. Se cada hemisfério cerebral tem uma mente, parece racional supor que as operações mentais de cada lado podem ser também separadas formando mentes distintas. E se continuarmos com as divisões chegaríamos aos neurônios e, em seguida, às entidades físicas básicas. Para ele, tais entidades físicas que compõem o cérebro também podem ter propriedades experienciais e a mente unificada do indivíduo ser, na verdade, produto da reunião dessas propriedades (NAGEL, 1979; 2004).

A questão que surge no monismo de aspecto dual, de acordo com Goff (2019, p.148, tradução nossa), é: “Como se passa de uma consciência desunificada (a consciência das partes isoladas) para uma estrutura neural com consciência unificada?” Possivelmente, pela forma como os constituintes básicos foram arranjados (NAGEL, 2004). Esta forma adequada,

conforme a premissa da composição, seria o organismo. Ou seja, para Nagel (1979), se é um organismo genuíno terá uma consciência.

Mas a possibilidade de organismos unicelulares, na hipótese de terem consciência, ao constituir um organismo multicelular produzirem a consciência desse indivíduo depende de dois fatores: do quão estreita é a relação entre os componentes e da experiência das partes ser passível de compartilhamento a um certo nível entre elas e não totalmente privativa (ROELOFS, 2019; GOFF, 2017; ROELOFS & GOFF, 2020). Caso contrário, haverá a consciência isolada dos grupos de sujeitos sem um sujeito adicional consciente.

Assim, voltamos ao **argumento da antísoma de sujeitos**, exposto no Capítulo 1, segundo o qual “um agregado de sujeitos com experiência consciente jamais constitui um sujeito experiencial distinto” (CHALMERS, 2017, p. 2, tradução nossa). Haveria, nesse enfoque, um hiato entre as experiências básicas existindo no nível micro e as experiências complexas no nível macro (GOFF, 2017). A ideia de uma colônia de insetos sociais dar existência a uma unidade consciente requer, portanto, a resolução do problema da combinação de mentes. Porém, visto não haver como solucionar este problema no presente trabalho, buscaremos apresentar uma resposta coerente para a colônia de formigas.

#### 4.4 O Argumento do Combinacionismo.

Em sua obra *Combining Minds*, o filósofo Luke Roelofs (2019, p. 20, tradução nossa), defende o **combinacionismo**, a tese de que “as propriedades experienciais do todo podem, em alguns casos, serem fundadas e explicadas pelas de suas partes”. A consciência humana, sob esta ótica, poderia ser uma subjetividade composta por componentes individualmente conscientes. Uma colônia de insetos himenópteros sociais, em caso positivo, teria sua consciência fundada na consciência de seus membros? Seria o “eu” da colônia o mesmo das partes ou algo diferente? Ou não seria ela uma entidade subjetiva? A resposta deve se apoiar na seguinte conceituação do combinacionismo:

As propriedades experienciais de um sujeito consciente são às vezes meras combinações das propriedades experienciais de outros sujeitos que o compõem. Um modo mais intuitivo de colocar a definição de “combinação” é dizer que uma característica minha é uma combinação das características de minhas partes se essas outras características, e a forma como estão conectadas, ambas são suficientes para fundamentar o fato de eu estar tendo a característica em questão e podem ser apeladas em uma explicação do porquê eu tê-las (ROELOFS, 2019, p. 6, tradução nossa).

A princípio, afirmar que as propriedades experienciais de um sistema estão fundadas nas propriedades experienciais de seus constituintes significa dizer que uma vez tendo B isso é suficiente para termos A, ou melhor, as propriedades de um estão fundadas nas propriedades do outro. Nessa perspectiva, a consciência de A está ligada à consciência de B, de modo que sem B não existe A (ROELOFS, 2019).

Em segundo ponto, ao dizer que as propriedades do todo são explicadas pelas propriedades das partes significa que ao explicar B temos uma compreensão completa de A. Ou seja, a análise dos componentes em um determinado momento é suficiente para explicar as propriedades do sistema naquele exato momento. Nesse âmbito, Roelofs (2019, p. 23, tradução nossa) argumenta que “a consciência é uma mera combinação das partes se e somente se é tanto fundamentado nelas e suas interrelações como também explicado por elas e suas interrelações”.

Mas o que são as experiências das partes? O que é a experiência do todo? Ora, retomando mais uma vez o experimento mental do *D. discoideum*, a experiência dos constituintes pode ser entendida como uma experiência desunificada (no estágio vegetal), algo que é como ser cada indivíduo, enquanto a experiência do todo, evidentemente, corresponde a uma experiência unificada (no estágio de agregação), *algo que é ser como* essa entidade (NAGEL, 1979; 2004). Logo, temos que supor ser o padrão organizacional instanciado pela cooperação das partes, a estrutura em que aparece a consciência.

Em geral, a análise da consciência é feita pela ótica dela como unidade genuína, de tal modo que não é possível vê-la como um conjunto de partes. No entanto, o argumento que aqui sustentamos, tendo como base o pampsiquismo é: o organismo e a consciência são unidades compostas por constituintes relativamente integrados. Nessa linha, sustentamos a visão do combinacionismo, o qual pode ser definido em termos de uma relação parte-todo, em que as propriedades experienciais das partes, quando combinadas, fundamentam e explicam as propriedades experienciais do sujeito consciente (ROELOFS, 2019). Tal doutrina se opõe a dois princípios:

1. **Princípio de Anticominação**, segundo a qual, as propriedades experienciais de um sujeito consciente não podem ser meras combinações de propriedades experienciais de outros sujeitos que o compõem (ROELOFS, 2019).
2. **Princípio de Antianinhamento**, para o qual, nenhum sistema pode ser qualificado como consciente se está contido dentro, ou contém como partes,

outros sistemas conscientes: a consciência pode estar na parte ou no todo, mas jamais em ambas (ROELOFS, 2019).

Estes dois princípios acima podem ser ilustrados pelo argumento da Mente Chinesa, proposto pelo filósofo Ned Block (2002), que afirma não ser coerente a ideia de uma subjetividade composta. Suponha, pois, que o governo da China convença seus cidadãos de simularem um cérebro humano usando rádios transmissores. Cada cidadão recebe um dispositivo para enviar e receber sinais, além de instruções muito específicas como “ao receber o sinal I, do dispositivo S<sub>i</sub>, emita um sinal O para o dispositivo S<sub>j</sub>” (BLOCK, 2002, p. 97). Suponha ainda que as entradas e saídas dos sinais ocorram simultaneamente, compartilhadas com centenas de milhares de indivíduos, de modo similar ao sistema neural humano. Em seguida um androide é conectado aos aparelhos a fim de ser controlado pelos cidadãos de maneira igual às entradas sensoriais e saídas motoras no cérebro humano. Consequentemente, os sinais enviados por milhões de cidadãos acabam por produzir uma máquina com comportamento inteligente. A questão que isto suscita é: o conjunto destes cidadãos está consciente como sendo um único indivíduo?

Para Block (2002), é contraintuitivo afirmar que tenham uma experiência consciente em grupo. É absurdo. Não existe, neste caso, uma integração das experiências individuais. O que há, é um *gap* (hiato) entre a consciência das partes e o todo. Ademais, uma entidade consciente não pode conter outra entidade consciente como parte ou estar contida em. Nesse âmbito, ou a consciência existirá no todo, ou existirá nas partes, jamais em ambas. Mas não é o que pensa Roelofs (2019). Segundo ele, a impossibilidade de emergir uma mente unificada deve-se à falta de uma estrutura específica que integre as informações produzidas pelo agregado dos componentes. Do ponto de vista de Roelofs, se a estrutura formada é capaz de unificar as informações – diferente do que argumenta Block –, então, talvez seja possível fundamentar uma consciência.

Quando se adota o argumento da Mente Chinesa como paradigma para uma colônia de insetos himenópteros sociais, imagina-se duas objeções fundamentadas no princípio de anticombinação (ROELOFS, 2019, p. 192):

1. Se o cérebro-nação é consciente, sua consciência deve ser diferente da consciência de cada cidadão, então onde está a consciência extra?

2. As experiências de cada cidadão não são unificadas, de modo que a consciência do cérebro-nação não se compara a humana.

Em uma colônia de insetos, estas objeções podem ser assim interpretadas: a) a mente da colônia é distinta da mente dos insetos; b) a experiência dos insetos não é unificada. Assim, supondo haver uma consciência de grupo, ela só é possível em uma estrutura que permita a integração das experiências individuais. Mas que tipo de estrutura é esta?

Seguindo a ótica combinacionista, Goff (2017) afirma que essa estrutura é o organismo. Por essa lógica, as entidades microfísicas formam um sujeito experiencial quando e somente quando formam um organismo (ou um subconjunto de organismos, ou cérebros/sistemas nervosos centrais de organismos) (GOFF, 2017). Se as partes são sujeitos experienciais, segue que a consciência do todo é fundamentada e explicada pela experiência de seus componentes quando arranjados de modo especial (ROELOFS, 2019).

Goff aborda essa questão, porque se a consciência unificada é resultante da combinação de outras consciências, é racional, então, pensar que existe entre os componentes uma espécie de **ligação fenomenal** (*phenomenal bonding*), isto é, uma relação entre campos fenomenais (ou experiências individuadas) que dão origem às estruturas conscientes a partir de uma experiência composta. A questão do que ele chama de **Composição Fenomenal** é definida pelo modo como os sujeitos com fenomenalidade se conectam para constituir outros sujeitos, exige que se determine a *forma adequada* em que a composição é realizada, além de quais partes mantêm essa relação fenomenal. Posto isto, existem duas maneiras de analisar a composição fenomenal (GOFF, 2017, p. 296, tradução nossa):

- a. **Composição restrita**, a perspectiva de que apenas alguns conjuntos de objetos são de tal modo organizados que compõem outros objetos, enquanto, por outro lado, há conjuntos de objetos cuja forma os impede de compor um objeto.
- b. **Composição irrestrita**, a visão de que quaisquer objetos podem ser recombinaados em outro objeto.

Para os defensores da **Composição Fenomenal Irrestrita**, *todas* as partículas que compõem um corpo humano estão ligadas entre si por uma relação fenomenal e, portanto, são capazes de produzir outro sujeito consciente (GOFF, 2017). Quanto àqueles que defendem a **Composição Fenomenal Restrita**, apenas *alguns* grupos de sujeitos, porém não todos, têm entre si um vínculo fenomenal de tal maneira que produz sujeitos conscientes (CLEVE, 1990). Na visão nageliana, a composição fenomenal pode ser realizada por qualquer sujeito (NAGEL,

2004). Entretanto, como já apontado, um dado sistema pode não estar organizado de modo a produzir um sujeito experiencial. Por isso, a afirmação de Goff está dentro da premissa da Composição Material (NAGEL, 1979), quando propõem que, se os constituintes básicos estão dispostos na forma de um organismo, temos uma entidade subjetiva.

Entretanto, como o próprio Goff (2017) admite, existe uma dificuldade implícita no argumento da composição, a fronteira entre o orgânico e o não-orgânico, entre o que é verdadeiramente um organismo e o que não é. Tal dificuldade está na imprecisão do arranjo adequado das entidades físicas no momento certo para produzir um organismo. Em um ponto qualquer do tempo, escreve Goff, se pode dizer que há uma situação limite, em que não sabemos determinar o início e o fim de um organismo, um intervalo preciso em que temos um zigoto e antes somente espermatozoide e óvulo. Como resultado disso, se não há um princípio de organização, temos que aceitar a hipótese de casos limítrofes na composição material (GOFF, 2017).

Neste âmbito, se a colônia de formigas, de acordo com a teoria da organismalidade, é um organismo genuíno, tendo em vista que apresenta alta cooperação entre os membros (QUELLER & STRASSMAN, 2009), na perspectiva da autopoiese, por sua vez, não constitui um organismo devido à ausência de uma membrana semipermeável (THOMPSON, 2013). Logo, parece razoável dizer que ela se encontra na fronteira da organismalidade. Aqui, considerando a experiência consciente em entidades vivas, a colônia estaria entre ser um organismo consciente e não-consciente. Mas isso depende, é claro, do tipo de acoplamento entre as partes (VARELA, 2000). Supondo que a colônia de insetos forme algo próximo de um organismo, do ponto de vista da Composição fenomenal, ela poderia se encontrar em uma zona intermediária. A respeito desse problema, Goff (2017, p. 298, tradução nossa) escreve: “Se a existência de um organismo é necessária e suficiente para a existência de um sujeito consciente, e se, às vezes, é vago se temos ou não um organismo, segue que às vezes é vago se temos ou não um sujeito consciente”.

Diante desse problema, temos que seguir uma entre duas respostas, apresentadas por Goff (2017), na linha da Composição fenomenal: a resposta **nilista**, de que sujeitos nunca se combinam para formar outros sujeitos experienciais; ou, a resposta **universalista**, na qual os sujeitos sempre se combinam para produzir um outro sujeito experiencial. Pensamos, com base na doutrina do combinacionismo, aqui adotada para examinar a colônia de formigas, que a

perspectiva universalista é a mais correta. Neste ponto, temos que supor ser a experiência subjetiva partilhável, para daí elucidar de que maneira ocorre a ligação fenomenal.

O monismo nageliano afirma que a experiência consciente é algo exclusivo do sujeito, ou seja, pertence a ele e não simultaneamente a outro. A experiência da dor, por exemplo, para um indivíduo, jamais seria sentida e compreendida por alguém da mesma espécie. A dor que um animal ferido experienciar seria incompartilhável. Goff e Roelofs (2020) concordam em parte com esse **princípio de exclusividade**, no sentido de que certas experiências de um dado sujeito não podem pertencer ao mesmo tempo a outro, como o sentimento de ser “eu”. Entretanto, segundo eles, em sujeitos que estão materialmente conectados, certas experiências seriam fracamente exclusivas. Neste contexto, a partilha fenomenal se torna possível. Mas, para que ela aconteça, o argumento da **privacidade fraca** precisa ser verdadeiro. De acordo com este argumento, um atributo fenomenal é diretamente conhecido por um sujeito e conhecido apenas indiretamente por qualquer sujeito discreto (GOFF & ROELOFS, 2020; ROELOFS, 2019).

Desse modo, os autores defendem uma **partilha fenomenal fraca**, isto é, uma única experiência que pode pertencer a múltiplos sujeitos. A partilha fenomenal ocorreria somente quando estes sujeitos estão sobrepostos - um contendo o outro como parte própria, ou ambos partilhando uma única parte própria como, por exemplo, gêmeos siameses com cérebros conectados por uma ponte neural<sup>49</sup>; ou insetos, como formigas, por meio da trofalaxia, repassando ao outro o alimento líquido; ou abelhas, através da dança, informando a localização da comida. Em tais situações, uma determinada experiência seria partilhada gerando uma consciência de grupo. Mas, é claro, apenas se existir realmente no meio de comunicação entre insetos sociais alguma representação aprimorada da experiência, pois pode ser que o conteúdo da informação sensorial emitida seja muito simples para isso.

Para determinar se eles têm ou não, examinemos o argumento do filósofo Bryce Huebner (2014), sobre a macrocognição em insetos sociais. Ele afirma que a complexidade da dança das abelhas confere a ela uma qualidade semântica, isto é, contém uma representação sofisticada das informações sensoriais processadas no cérebro, a qual, por sua vez, é

---

<sup>49</sup> Estamos nos referindo ao célebre caso das irmãs siamesas Tatiana e Krista Hogan que compartilham uma ponte talâmica entre os cérebros. A ponte neural parecia permitir às duas partilharem não somente sinais sensoriais, mas, talvez, pensamentos conscientes. Ver DOMINUS, Susan. **Could Conjoined Twins Share a Mind?** The New York Times Magazine, 2011. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2011/05/29/magazine/could-conjoined-twins-share-a-mind.html?pagewanted=all>. Acesso em 02 de fevereiro de 2021.

interpretada pelo receptor. Esta sofisticação requer que a abelha forrageira seja capaz de desempenhar tarefas cognitivas como lembrar da localização da flor e de suas qualidades, além de converter essas informações em conteúdo semântico (a dança). Ademais, nessa relação semiótica as abelhas receptoras devem ser aptas a interpretar a mensagem. Sendo assim, a abelha deve elaborar uma imagem de sua própria experiência de modo a comunicá-la resultando em uma cognição de grupo. Sem essa conexão emissor-interprete não é possível a existência de uma integração das informações dentro de um sistema como um todo (HUEBNER, 2014).

Para que exista uma mentalidade coletiva, segundo Huebner (2014), os indivíduos de um grupo devem ter não somente representações rebuscadas de suas experiências, mas também vínculos semanticamente significativos. Dessa maneira, levando em conta que as abelhas atendem a esses requisitos, seria possível a colônia ter uma mente coletiva. Este pesquisador parece apoiar seu argumento no trabalho de Thomas D. Seeley e Royce A. Levien. Esses entomologistas, no célebre artigo *A colony of mind: the beehive as thinking machine* (1987), afirmam que as abelhas forrageiras são hábeis em coletar, processar e compartilhar informações, produzindo uma macrocognição em um sentido próximo ao do humano (SEELEY & LEVIEN, 1987). Entretanto, a cognição de grupo não ocorreria em formigas e cupins, quando se considera o uso de semioquímicos (feromônios). Isto posto, Huebner (2014) garante que os semioquímicos são simples como meio físico de transmissão de informações.

Em contraste ao argumento de Huebner, os etologistas Reznikova e Ryabako (1994) argumentam que as formigas são capazes de produzir uma linguagem complexa envolvendo, justamente, os mecanismos quimiossensoriais, táteis e sonoros, associados a diferentes contextos. Nessa perspectiva, é possível que elas representem as próprias sensações e partilhem, produzindo uma macrofenomenalidade. De acordo com os pesquisadores, as formigas devem transmitir uma quantidade de informação específica a fim de ser assimilada pelo receptor.

Do mesmo modo que as abelhas, isso requer que as formigas sejam hábeis em memorizar e converter os *inputs* sensoriais em uma imagem significativamente rica. Assim, considerando o número de feromônios que elas produzem, aproximadamente mais de 40, e a comunicação multimodal, a qual combina os signos químicos, os sinais táteis e sonoros para produzir uma mensagem multissensorial (HÖLLDOBLER & WILSON, 2014), as formigas partilham uma representação com um coeficiente elevado de informação processada (REZNIKOVA & RYABAKO, 1994).

Defender, então, como Huebner (1994), que a comunicação semioquímica é grosseira como um canal de transmissão das sensações do indivíduo, pode ser controverso. Devemos estar abertos à possibilidade de as formigas partilharem as qualidades subjetivas de suas experiências pelos mecanismos sensoriais disponíveis. E, se considerarmos que a informação, além do aspecto físico, tem o aspecto fenomênico, é razoável imaginar que a comunicação multimodal produza uma experiência de grupo, vinculada a uma representação unificada do ambiente (externo e interno). Com isso, pretendemos demonstrar que, no instante da troca de sinais químicos e táteis da formiga com a companheira, elas estariam verdadeiramente partilhando um pouco da sua própria experiência (àquela que interessa ao grupo).

Relativo a essa ideia de sujeitos partilharem informações sensoriais, o combinacionismo sustenta que: “porque suas experiências integram informações e se co-representam mutuamente, elas são pré-fenomenalmente ligadas; se elas são também fenomenalmente unificadas, elas serão fenomenalmente ligadas e, portanto, representacionalmente unificadas” (ROELOFS, 2019, p. 201, tradução nossa). Nesse sentido, é possível perceber que essa partilha explicada está co-presente ao mesmo tempo, tanto em um indivíduo quanto no outro, quando compartilham alguma experiência.

Tendo em conta o argumento combinacionista, a ligação fenomenal, sugere Goff (2016), poderia ser idêntica à relação espacial; desse modo, um grupo de componentes físicos, estando espacialmente conectados poderia formar um sujeito consciente. Ora, se imaginarmos diferentes modos de objetos se relacionarem espacialmente, teremos tipos distintos de consciência. Supondo que os insetos sociais são estes objetos, a ligação fenomenal que se dá entre os membros de uma colônia dependerá, do modo como estão conectados espacialmente. Nesse último caso, as formigas encontram-se geralmente dispersas no ambiente, elas não têm uma relação espacialmente estreita como as células somáticas, ou uma ligação anatômica como ocorre com o *D. discoideum* na constituição de um corpo multicelular. A integração entre as formigas é basicamente química. Elas, como foi analisado no Capítulo 2, têm um alto grau de sinergismo e, como resultado, um fechamento organizacional.

Entretanto, ao contrário do que Roelofs pensa, Goff não acredita que a ligação fenomenal acarrete em uma experiência do todo caracterizada pela experiência de seus constituintes. Nesse sentido, a experiência do sistema seria exclusiva dela como estrutura unificada, diferente das experiências individuais dos componentes (GOFF, 2016). Se, em contrapartida, o pampsiquismo constitutivo for verdadeiro, no caso da colônia de formigas, sua

experiencia consciente seria idêntica à de seus componentes (ROELOFS, 2019). Por esse motivo, parece coerente analisar se a cooperação é suficiente para produzir uma estrutura capaz de suportar uma consciência.

#### 4.4.1 O experimento mental dos Antareanos Cabeças-de-Formigas

A princípio, nosso argumento centraliza-se na hipótese pampsiquista da colônia ter uma **consciência aninhada**, ou seja, fundada na experiência consciente de suas partes. Contudo, em oposição a esta ideia, o princípio de antianinhamento, assegura que um sistema consciente não pode ter partes conscientes. Este princípio, originalmente, foi apresentado por Hilary Putnam, no artigo *The Natural Mental States* (1967), no qual aborda o conceito de mente como estado funcional do organismo. De acordo com ele: “Nenhum organismo capaz de sentir dor possui uma decomposição em partes[...]” (PUTNAM, 2002, p. 76, tradução nossa). O objetivo é excluir os chamados “organismos” como enxames de abelhas, de terem uma sensação unificada de dor. No entanto, para o filósofo Eric Schwitzgebel (2015, p. 1702, tradução nossa), “Putnam não explica porque essa possibilidade é absurda para enxames reais de abelhas, muito menos porque nenhum possível desenvolvimento evolutivo futuro de um enxame de abelhas conscientes poderia ter um único sentimento de dor”.

Uma versão mais recente do princípio de antianinhamento, é a Teoria da Informação Integrada (*Integrated Information Theory*) ou TII, desenvolvida pelo neurocientista e psiquiatra Giulio Tononi (2004), da Universidade de Wisconsin-Madison. Essa teoria afirma que a consciência é informação<sup>50</sup> integrada, ou, em outras palavras, a experiência é fortemente irreduzível e não pode ser subdividida em componentes independentes e não relacionados. Por conseguinte, a TII não aceita, pois, a noção de consciência aninhada. A base deste argumento está no **Princípio de Exclusão**, o qual é assim definido:

A Consciência é exclusiva: cada experiência exclui todas as outras – em qualquer dado momento há apenas uma experiência com seu conteúdo completo, ao invés de uma superposição de múltiplas experiências parciais; cada experiência tem fronteiras definidas – certas coisas podem ser experienciadas e outras não podem; cada experiência tem um grão espacial e temporal específico – ela flui em uma velocidade característica, e ela tem uma certa resolução tal que algumas distinções são possíveis e distinções mais sutis ou grosseiras não são (OIZUMI, ALBANTAKIS & TONONI, 2014, p. 3, tradução nossa).

---

<sup>50</sup> A informação, nesta teoria, é concebida como *diferenças que fazem a diferença dentro de um sistema*.

A passagem acima deixa evidente que, para a Teoria da Informação Integrada, a experiência consciente não apenas é indivisível como também tem um limite determinado pela organização do sistema. De modo estrito, a experiência consciente de um dado conjunto é especificada por uma estrutura conceitual (ou *qualia*), com forte integração e que é maximamente irreduzível (OIZUMI, ALBANTAKIS & TONONI, 2014; TONONI & KOCH, 2014). Além do mais, conforme o **Princípio da Integração**, a consciência de um sistema é **medida** como informação integrada pelo valor máximo de sua estrutura conceitual (*phi* máximo ou  $\Phi^{\max}$ ). Em outras palavras, a consciência do todo deve existir além e acima de suas partes. Por exemplo, a experiência visual da palavra “LUA-DE-MEL” escrita no meio de uma página em branco é irreduzível a experiência de estar vendo “LUA” à esquerda mais a experiência de estar vendo “MEL” à direita. O que vemos é o todo “LUA-DE-MEL” (TONONI & KOCH, 2014, p. 4).

No que concerne ao Princípio de Exclusão, a experiência visual de um objeto como um lápis deve ser indecomponível. Ela não pode existir como uma estrutura conceitual sobreposta. Para Tononi (2004), o cérebro, por exemplo, é um sistema físico altamente integrado com um máximo de informação integrada. Ou seja, ele deve ter um nível maior de unificação informacional do que suas próprias partes e até do que um sistema maior no qual esteja incluso. Isso significa que a região cerebral onde ocorre a consciência deve ter  $\Phi$  em um nível acima do conjunto de neurônios, moléculas, átomos e, sobretudo, do que o próprio sistema neural como um todo, e até mesmo do que o próprio universo. Caso contrário, como especulou Schwitzgebel (2015), se um sujeito estivesse incluso em um sistema maior, cujo nível de  $\Phi$  é máximo, sua consciência seria anulada pela desse sistema.

Assim, considerando o conteúdo e o nível de consciência de uma determinada entidade, segundo a Teoria da Informação Integrada, teremos (TONONI, 2008):

- i. Se  $\Phi^{\max} = 0$ , então o sistema não está consciente, mas suas partes estão.
- ii. Se  $\Phi^{\max} > 0$ , então o sistema está consciente, mas suas partes não estão.
- iii. Se  $\Phi^{\max} \leq 0$ , então o sistema não está consciente, nem suas partes estão.

Quanto maior é *phi* ( $\Phi$ ), maiores também as chances de um dado sistema estar consciente, se, pelo contrário, *phi* é menor ou igual a zero, então fica aberta a possibilidade de o sistema ser não-consciente. Nessa ótica, a consciência só pode existir no nível mais alto de integração informacional sem ser jamais subdividida. Se uma entidade não está consciente, é

porque as partes individualmente têm *phi* maior que zero, enquanto a totalidade tem *phi* mínimo.

Com efeito, a TII estabelece um limite ( $\Phi^{\max} \geq 1$ , por exemplo), uma quantidade suficiente, mas não necessária, para sustentar experiências conscientes<sup>51</sup>. Contudo, esse limite está vinculado, por sua vez, à organização especificada pela reunião das partes. Dessa maneira, um sistema natural (ou artificial), se estiver arranjado de forma a ser capaz de unificar os conteúdos apreendidos, então será um sujeito experiencial (TONONI, 2004). Roelofs (2019, p. 172) afirma, com base nesse princípio, que a ligação fenomenal é correlata com a *integração da informação*. Em suas palavras (2019, p. 175, tradução nossa): [...] “cada interação entre as partes conscientes de um todo, na proporção em que integram informação, efetuam algum grau de alguma forma de ligação fenomenal entre os campos fenomenais dessas partes”.

Mesmo assim, para Schwitzgebel (2015), a definição de limite é arbitrária. É possível imaginar um momento em que, “se organismos ultra-minúsculos e conscientes fossem de alguma forma incorporados em [nosso] cérebro - talvez, por razões que desconhecemos, cada um escolhendo desempenhar o papel de um neurônio ou uma parte de um neurônio – [ficaríamos] inconscientes” (SCHWITZGEBEL, 2015, p. 1712, tradução nossa). Este é um problema que afeta a Teoria da Informação Integrada, ela não especifica a quantidade de informação adequada para resultar uma unidade fenomenal, do mesmo modo que é impreciso determinar se um homem com um único fio de cabelo é careca (SCHWITZGEBEL, 2015).

Se o princípio de exclusão for verdadeiro, uma colônia de formigas, como entidade, seria consciente, porém não as formigas que a compõem, ou as formigas seriam conscientes, mas não a colônia. A hipótese de uma consciência sobreposta é descartada. Todavia, a própria ideia de um sujeito experiencial ser composto de partes experienciais, na visão do combinacionismo, não é um impedimento (ROELOFS, 2019). Sendo a consciência a experiência unificada que um sistema vivo tem do meio externo, falta determinar quais tipos de organização são capazes de sustentá-la.

Em contraste ao princípio de antianinhamento, Eric Schwitzgebel, no ensaio *If Materialism Is True, the United States Is Probably Conscious* (2015), dentro de uma ótica combinacionista, desenvolveu um experimento mental conhecido como Antareanos cabeças-de-formigas (Antheads Antarean). Imagine uma espécie animal que habita a superfície de um

---

<sup>51</sup> Ver. AARONSON, Scott. **Why I Am Not An Integrated Information Theorist** (or, The Unconscious Expander). Disponível em: <https://www.scottaaronson.com/blog/?p=1799>. Acesso em 02 de julho de 2019.

planeta ao redor de Antares, parecida com mamutes-lanosos, apesar de se comportarem como um ser humano. Certo dia, logo após descobrirem nossa existência e se interessarem por nossa cultura, eles decidem visitar o planeta Terra. Assim que chegam, despertam nossa curiosidade. Os antareanos se mostram bastante inteligentes nas conversas, assistem a nossos filmes, são higiênicos e bem humorados. Por exemplo, graças a atividade cognitiva bastante lenta, ficamos perplexos e até mesmo impacientes com a demora de expressarem um raciocínio, de responderem a uma pergunta, apesar de isso não afetar suas inteligências.

Os antareanos demonstram interesse em nossos problemas de lógica e se impressionam com nossas habilidades em integrar informações sensoriais auditivas e visuais. Com o tempo, se ajustam à nossa cultura e passam a dividir o mundo com nossa espécie. Eles então frequentam nossas escolas, assumem cargos em instituições públicas e privadas, e chegam a exibir os mesmos vícios da espécie humana. Diante do comportamento inteligente dos antareanos, qualquer pessoa afirmará que eles estão conscientes. Porém, quando olhamos para o interior de suas cabeças, a fim de entender o mecanismo de seus pensamentos, descobrimos que, em vez de neurônios, existem dez milhões de formigas de uma fração de um milímetro de diâmetro interagindo entre si.

Cada uma dessas formigas tem um conjunto de órgãos sensoriais e um sistema nervoso particular e o padrão de interação entre elas é a causa do comportamento complexo dos antareanos. Esses mamute-lanosos evoluíram da simbiose de uma colônia de formigas antareanas com um organismo vivo desprovido de cérebro. No interior de suas cabeças, as interações entre os insetos são tão eficientes em termos de informação que os insetos vizinhos respondem de maneira diferente às mudanças comportamentais, ou aos efeitos químicos nos impulsos nervosos. Como resultado, temos um organismo consciente e inteligente, os antareanos (SCHWITZGEBEL, 2015).

A partir desse experimento, Schwitzgebel (2015) argumenta que não existe nenhuma razão que impeça essa entidade viva de executar computacionalmente a informação sensorial de modo próximo ou idêntico a que um cérebro humano desempenha. A ideia do filósofo é de que o padrão de interação entre as formigas (tal como o padrão de interação entre neurônios) poderia ser fisicamente suficiente para a constituição de uma consciência sobreposta. Para ele, é a maneira como os elementos estão dispostos no espaço que produz uma estrutura apta a sustentar a experiência consciente. Em suas palavras: [...] “qualquer sistema com processamento de informações sofisticado e receptividade ambiental, e talvez o tipo certo de

incorporação histórica e ambiental, deve ter experiência consciente” (SCHWITZGEBEL, 2015, p. 1706, tradução nossa). Nesse âmbito, se os antareanos são capazes de processar informação a ponto de produzir uma representação interna do mundo, nada impede de serem sujeitos experienciais.

No entanto, há um ponto que consideramos arbitrário no argumento de Schwitzgebel. A afirmação de ser irrelevante as pequenas lacunas espaciais entre as formigas para gerar uma consciência de grupo análoga à do homem, parece contraditório. A dispersão espacial entre os elementos pode determinar o tipo de experiência que o sistema tem. De acordo com a noção enativista de acoplamento estrutural, o qual consideramos apropriada para nosso argumento, o jeito como as partes estão associadas umas às outras é essencial para o exame da consciência de uma colônia de insetos sociais. Se elas estão estreitamente conectadas no espaço físico, teremos uma forte unidade fenomenal; se, por outro lado, estão frouxamente conectadas, a unidade fenomenal será fraca. Ademais, se levarmos em conta que há uma relação entre o arranjo dos constituintes físicos e a unidade fenomenal, então, podemos supor que haja distintas formas de experiência (GOFF, 2017).

Na visão da doutrina do combinacionismo, a consciência do todo está fundada e é explicada pelas de suas partes (ROELOFS, 2019). Até aqui, duas características se revelaram fundamentais para analisar a hipótese de unificação fenomenal em uma colônia de formigas: a) a interação entre os componentes; b) a partilha de informações sensoriais. Em primeiro lugar, a interação entre as formigas não está separada da forma como estão organizados. Vimos no Capítulo 2 que a colônia pode ser considerada um organismo genuíno com base na sinergia entre os componentes. A partir dessa concepção, ser um organismo é suficiente para ter uma experiência consciente como unidade. Contudo, parece mais coerente dizer que a colônia de formigas se encontra na fronteira da organismalidade, tendo em vista o tipo de acoplamento entre os membros. Em segundo, a partilha de informação é relevante para que se produza uma integração fenomenal. E isso exige que insetos sociais sejam capazes de transmitir representações sofisticadas dos processamentos sensoriais internos. Nesse âmbito, a comunicação semioquímica pode ser satisfatória para gerar uma unificação representacional. Se, por ventura, uma colônia de formigas está consciente, como é a experiência de ser este superorganismo?

#### 4.4.2 Respostas?

A razão para determinar se uma colônia de formigas tem uma fenomenalidade precisa, como exposto no Capítulo 1, atende às premissas do monismo nageliano, tomadas no presente trabalho como parâmetros de análise. As premissas, no geral, estabelecem que a colônia de formigas sendo realmente um organismo, poderá ter uma experiência consciente. Nesse caso, se as formigas são sujeitos experienciais, a soma de suas experiências fundamentam a experiência da colônia, porém, isso exige que o grau de interconexão entre as partes seja suficiente para produzir uma unidade fenomenal.

Frente ao objetivo da pesquisa, nosso objeto de estudo explora as seguintes questões: um sujeito experiencial pode ser composto de outros sujeitos experienciais? A consciência pode surgir em sistemas desprovidos de sistemas nervosos? Colônias de organismos podem ter uma consciência de grupo? Existe um limite na composição, isto é, uma quantidade específica de partes com propriedades experienciais, para constituir uma macromente? Essas perguntas compreendem o **Problema de Fronteira** (*Boundary Problem*) ou **Problema de Aninhamento** (*Nesting Problem*) (ROSENBERG, 2004; FEKET et al, 2016; SCHWITZGEBEL, 2015; ROELOFS, 2019), que se trata do limite existente entre a experiência das partes individuadas e a experiência do todo individuado. Ou seja, se o sujeito componente desaparece ou não no todo. Na opinião de Roelofs (2019, p. 35, tradução nossa), o problema de fronteira pode ser assim definido:

Se mentes podem combinar, o que impede de minha mente e sua mente, ou mesmo a mente de todos, se combinar em algum tipo de mente gigante que absorveria e eliminaria cada um de nós como indivíduos? O que, em geral, impede que as mentes componentes “desapareçam” no todo que elas formam?

A questão do argumento de fronteira, conforme a passagem acima, está em definir o coeficiente de individuação das propriedades fenomenais; em que ponto as suas experiências de dor não fazem parte das minhas experiências? Ou, em outras palavras, o que torna seu campo fenomenal restrito? O que faz a experiência de um sistema complexo ser diferente das de seus componentes? Esse argumento tem como base as seguintes premissas (ROELOFS, 2019, p. 6-8, tradução nossa):

**Premissa 1:** Para existir o sujeito composto, ao menos algumas experiências pertencendo ao sujeito composto devem também pertencer a um ou mais de

seus sujeitos componentes, que também não compartilham todas as outras experiências do todo.

**Premissa 2:** Para existir um sujeito composto, o sujeito composto deve ter experiências unificadas.

**Premissa 3:** Para qualquer experiência  $e_1$ , pertencendo a um sujeito  $s$ , se outra experiência  $e_2$  é unificada com  $e_1$  deve também ser tida por  $s$ .

As três premissas induzem a afirmar a existência de um limite na composição fenomenal, em que as experiências do sujeito compartilhadas com cada um de seus componentes produzem, ou não, uma combinação genuína. Isso significa dizer que os sujeitos componentes tanto teriam o mesmo conjunto inteiro de experiências que o sujeito adicional, como também existiria uma lacuna entre a experiência das partes e a do todo (ROELOFS, 2019).

Entretanto, o combinacionismo argumenta não haver limites para a composição fenomenal. Em uma visão universalista, qualquer sujeito experiencial pode compor outro sujeito experiencial (GOFF, 2017; ROELOFS, 2019; GOFF & ROELOFS, 2020) embora isso não garanta que o todo terá uma fenomenalidade. A falta dessa garantia é sugerida pelo combinacionismo funcionalista, a tese de que o tipo de consciência do sujeito composto está diretamente conectado à forma como estão organizadas as microconsciências. Não sabemos, com base nessa perspectiva, se um dado sistema complexo tem uma experiência integrada. A resposta depende mais de como se entende essa organização. Daí o problema de fronteira, a imprecisão em determinar se a experiência dos sujeitos componentes desaparece ou não na experiência de ser o conjunto e também se são contínuas ou descontínuas entre si. Como bem apontou Goff (2017), é possível imaginar estruturas biológicas intermediárias, as quais corresponde, por sua vez, uma consciência indeterminada. Seguindo esse raciocínio, desenvolvemos a resposta à questão título deste trabalho, a partir de uma leitura epistêmica da relação parte-todo.

Antes, retomamos o experimento mental dos antareanos cabeças-de-formigas. Presumindo que a isomorfia funcional dos cérebros dos mamutes-lanosos ao sistema nervoso humano é suficiente para terem uma consciência, devemos admitir que as formigas componentes são homúnculos fenomenais (ROSENBERG, 2004). Nesse aspecto, os antareanos seriam indivíduos subjetivamente compostos. Porém, tendo em conta o modo como as mentes componentes estão fisicamente organizadas para sustentar a existência de um sujeito experiencial, temos que considerar a possibilidade tanto das partes estarem conscientes e não o sistema, bem como do sistema ter uma experiência fundada na combinação de suas partes

fenomenais. Ambas as possibilidades estão vinculadas à maneira como se analisa a colônia de formigas: como organismo ou próximo de.

A colônia de formigas para ser um sujeito experiencial precisa ter uma composição adequada e não sabemos se realmente está de modo a produzir uma unidade fenomenal. Sendo assim, imaginando que ela seja, de fato, um organismo genuíno, teremos as seguintes respostas embasadas no problema de fronteira (ROSENBERG, 2004):

**R1. Cada formiga é um sujeito experiencial, mas a colônia não é.** Esta possibilidade é verdadeira se a partilha fenomenal entre as formigas não contém informação com representação sofisticada, ou, se a estrutura resultante da cooperação entre os elementos não é capaz de unificação fenomenal.

**R2. Cada formiga é um sujeito experiencial, assim como a colônia.** Esta possibilidade é verdadeira se o pampsiquismo constitutivo for verdadeiro. Nesse âmbito, a experiência do todo estaria fundada e seria explicada pela experiência de suas partes combinadas em uma forma especial. Precisamente, a colônia estaria organizada de maneira a suportar uma consciência.

**R3. A colônia seria um sujeito experiencial, mas nenhuma das formigas seria.** Esta possibilidade implica que as mentes componentes seriam anuladas pela mente do todo, ou que, os componentes não são sujeitos experienciais, mas, a partir da relação existente entre eles, emerge um sistema capaz de ter uma fenomenalidade.

Nenhuma dessas respostas contesta a visão da colônia de formigas como um organismo genuíno, porém, admitem que sua composição, somada às características dos elementos, implica em diferentes possibilidades. A partir desta perspectiva, a posição com a qual o combinacionismo parece estar comprometido é a R2, uma vez que se alinha ao argumento da composição fenomenal irrestrita.

Entretanto, se pensarmos a respeito da forma como as formigas estão relacionadas no espaço, teremos uma explicação diferente. Por exemplo, em um cérebro dividido (*split-brain*) temos uma consciência desunificada (NAGEL, 1979); em dois cérebros ligados por um único tálamo cortical teremos duas mentes individuadas que, por meio de um canal, compartilham algumas experiências, sem resultar em uma unidade fenomenal (LANGLAND-HASSAN, 2015; ROELOFS, 2019); já na hipótese de uma fusão cerebral, as mentes individuadas no

processo de fusão perderiam sua independência gradualmente até serem anuladas e substituídas pela supermente (FEKET et al, 2016; ROELOFS, 2019).

Outro caso é um único substrato neural produzir diferentes sujeitos experienciais, como talvez ocorre no Transtorno Dissociativo de Identidade (ROELOFS, 2019); inclua o cefalópode, cujo os oito tentáculos com seus próprios gânglios cerebrais, suscitam a hipótese de experiências individuadas que são, posteriormente, integradas em uma fenomenalidade mista (GODFREY-SMITH, 2019; 2020). Por último, situações de cérebros em estado de coma, em que o nível de integração fenomenal é fraco (MASSIMINI et al, 2005). Em todos esses contextos, a experiência consciente é associada ao modo de interconexão das células neurais.

No caso de um cérebro dividido, não há unificação fenomenal, cada hemisfério tem sua própria consciência; por sua vez, em cérebros ligados pelo tálamo cortical, mantém cada qual sua experiência individuada, embora realizem, em certos momentos, uma unificação fenomenal; e, em cérebros em coma, ou semidespertos, haverá uma experiência em uma zona cinzenta, ou seja, com fraca integração fenomenal (ROELOFS, 2019). Apesar do combinacionismo defender um tipo de composição irrestrita, a consciência do sistema é determinada pela forma como os elementos estão dispostos. Dentro da abordagem enativa, o acoplamento dos componentes é o cerne da produção do indivíduo. E, como há distintas formas de acoplamento, há distintos indivíduos.

Mas, a concepção do indivíduo como um todo sem partes não condiz com as pesquisas recentes: o organismo animal seria uma estrutura aninhada, constituído pela cooperação entre micro-organismos (QUELLER & STRASSMAN, 2009; KRAKAUER et al, 2020). No que tange à colônia de formigas, ser um organismo aninhado motiva a investigar o tipo de consciência que ela é capaz de ter. Porém, não sabemos qual a qualidade da experiência subjetiva para ela. As respostas anteriores consideraram não somente a interação entre os membros, mas também a comunicação multimodal como apta a conter uma representação sofisticada da experiência do indivíduo. A soma cooperação e informação apoiam uma leitura da fenomenalidade do sistema.

Agora levamos em conta a relação espacial entre as formigas a partir da abordagem enativa. Em comparação ao *D. discoideum* e o *P. physalis*, as formigas não estão fisicamente conectadas a ponto de gerar um corpo multicelular. Na verdade, elas estão dispersas no ambiente. Ainda que afirmemos ser o padrão emergente capaz de sustentar uma subjetividade coletiva, a falta de uma conexão estreita pode implicar no caráter experiencial da unidade.

Schwitzgebel (2015), assim como Roelofs (2019), não atribuíram importância à dispersão espacial das formigas. Mas, ao contrário do que eles pensam, esse detalhe parece relevante, pois põem em dúvida se ela é, ou não, uma unidade genuína, ou se está próximo de alcançar a unidade. Neste último caso, a colônia de formigas se encontraria no ponto limite da organismalidade. Analisando, pois, os conceitos de ordem espacial das entidades físicas e unidade fenomenal (GOFF, 2017), imaginamos uma quarta resposta ao problema:

**R4. A colônia seria um sujeito experiencial, mas sua experiência é relativa ao arranjo espacial dos componentes.** Esta possibilidade implica que a colônia, mesmo sendo capaz de sustentar uma consciência, seria fracamente integrada, se encontrando em um grau intermediário, ou, em uma zona cinzenta.

Não temos ideia do que é ser uma consciência em uma zona cinzenta porque se trata de um estudo em seus estágios iniciais<sup>52</sup>, porém, se considerarmos que a colônia não tem uma fronteira material<sup>53</sup> (THOMPSON, 2013; VARELA, 2000) e seus elementos estão espalhados, ainda que a forma como interagem seja suficiente para uma unidade fenomenal, é possível que seja fraca. Não apenas por esta razão, mas também porque não temos certeza se o conteúdo informacional partilhado é rico. Em comparação, um organismo multicelular composto por *D. discoideum* poderia ter uma unidade fenomenal maior, devido à proximidade espacial das partes.

Nos dois casos, quando analisamos uma colônia de organismos, consideramos a ideia de uma experiência inicialmente desunificada a qual, gradualmente, se torna unificada com base na partilha fenomenal. Entretanto, para o combinacionismo funcionalista, não haveria um ponto exato de transição, o que significa ser impossível determinar o momento preciso em que ocorre a unidade fenomenal. Aliás, se nos basearmos neste argumento, a unidade fenomenal não seria

---

<sup>52</sup> Estudos envolvendo consciência limítrofe (*borderline consciousness*) passaram a ser objetos de interesse de filósofos como Eric Schwitzgebel e Michael Tye. Estes dois autores publicaram, separadamente, em 2021, trabalhos em torno do tema. Schwitzgebel, por exemplo, defende a ideia de a consciência ser uma propriedade vaga e, por isso, casos de indeterminação seriam plausíveis. Tye tem um argumento semelhante, afirmando que a consciência como fenômeno físico teria limites confusos, abarcando “caso limítrofes” como uma consciência em uma zona intermediária. Ambas as perspectivas são abordagens aproximadas do problema de fronteira. Ver SCHWITZGEBEL, Eric. *Borderline Consciousness, When It's Neither Determinately True nor Determinately False That Experience Is Present*. University of California, October 12, 2021. Disponível em: <http://www.faculty.ucr.edu/~eschwitz/SchwitzPapers/BorderlineConsciousness-211012a.html>. Acesso em 16 de outubro de 2021. TYE, Michael. *Vagueness and the Evolution of Consciousness: Through the Looking Glass*. Oxford University Press, 2021.

<sup>53</sup> Ver capítulo 2.

uma propriedade fundamental, mas, visto que resultaria do padrão implícito das relações causais, informacionais ou funcionais, ela seria uma propriedade vaga da organização.

Por conseguinte, segundo Roelofs (2019, p. 282, tradução nossa), afirmar que a unidade fenomenal é vaga, é dizer que “há um ponto médio na qual não é determinadamente verdadeiro, nem determinadamente falso que a experiência dos componentes seja fenomenalmente unificada, porque suas relações não são diferentemente ricas o suficiente, nem diferentemente não são”. É neste sentido que argumentamos ser impreciso dizer que a colônia de formigas tem uma consciência. Ela se parece com a água-viva, por não ter um cérebro central que conecte as informações sensoriais em uma representação interna. Em outras palavras, é porque funciona como uma rede neural distribuída que a colônia de formigas estaria na fronteira de um sistema genuinamente consciente.

Em seu blog, Schwitzgebel (2018)<sup>54</sup> sugere esta mesma possibilidade para a consciência de caracóis de jardim. Para ele, essa zona cinzenta, um nível indeterminado entre consciente e não consciente, apesar de controverso, é uma explicação adequada. Seria o mesmo que ter um pouco de dinheiro, isto é, o suficiente para realizar algo. Nesse sentido, uma consciência em um nível intermediário, não deve ser excluída. Quando se adota uma teoria da consciência como base, espera-se uma resposta positiva ou negativa à existência de fenomenalidade em organismos ou sistemas funcionalmente isomórficos, no entanto, um tipo de consciência borrada, desafia a visão dicotômica. Mas, se pressupormos que a ideia de uma experiência em uma zona intermediária é plausível, organismos com um número relativamente pequeno de neurônios e sistema nervoso distribuído poderiam ocupar essa região mediana.

Portanto, se uma colônia de insetos himenópteros sociais está consciente, isso dependeria da característica de sua composição. A resposta, a fim de determinar se um sistema parecido com uma sociedade está apto a ser um sujeito experiencial, requer a solução do problema da combinação que interessa ao Pampsiquismo, o que permanece insolúvel. Na perspectiva do monismo nageliano, a colônia de formigas constituindo um organismo é uma entidade subjetiva (NAGEL, 2004), e sua propriedade fenomenal deriva diretamente das propriedades fenomenais das formigas que a compõem – e o argumento combinacionista pampsiquista sustenta essa ideia. Não obstante, como já analisado, o modo como as partes estão

---

<sup>54</sup> Ver SCHWITZGEBEL, Eric. **Are Garden Snails Conscious? Yes, No, or \*Gong\***. The Splintered Mind, 2018. Disponível em: <http://schwitzsplinters.blogspot.com/2018/09/are-garden-snails-conscious-yes-no-or.html>. Acesso em 3 de agosto de 2020.

conectadas é epistemicamente discutível. Em suma, uma resposta “sim” ou “não” é, por ora, incerta.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento dessa dissertação nós examinamos o problema central da teoria da consciência de Thomas Nagel: o conceito de composição, ou, a falta de um princípio geral de organização. Embora sua ideia de consciência parecesse coerente, ela dependia do modo de interação das partes físicas. Isso a tornava uma propriedade vaga do organismo, pois não se sabia qual a forma exata para afirmar que o todo constituído é um sujeito experiencial. Assim sendo, tomamos o conceito de consciência de Nagel como válido para qualquer estrutura que, ao ser qualificada como organismo, estaria, em tese, apta a ser um sujeito experiencial. Nesse sentido, escolhemos a colônia de formigas como modelo para examinar o conceito de composição. Supomos que, se ela fosse um organismo genuíno, poderia ter algum tipo de consciência.

Analisamos, a partir das quatro premissas do monismo de aspecto dual, a colônia de formigas sob o ponto de vista da composição material e fenomenal. Em síntese, argumentamos que as formigas, sendo sujeitos experienciais, poderiam reunir suas experiências em um todo unificado. A consciência da colônia, nesse caso, seria contínua com suas partes microconscientes. Contudo, levando em conta que a ideia de organismo do monismo nageliano é inconsistente, achamos que o conceito de sistema vivo na abordagem enativa parecia mais apropriado para determinar se a colônia seria, ou não, um organismo genuíno.

Na visão enativista, vimos que a colônia não atende ao critério de fronteira material. Ou seja, ela não é um sistema cuja relação entre as partes estabelece algo semelhante a uma membrana semipermeável, separando-a do meio circundante. Desse modo, ela não seria um indivíduo. Na verdade, a colônia teria somente uma organização fechada, com base na cooperação de seus componentes. Em razão disso, consideramos que os conceitos de fechamento organizacional e acoplamento estrutural poderiam ser suficientes para examinar a colônia de formigas como uma entidade biológica. Assim, buscamos os mecanismos biológicos da socialidade entre as formigas.

Concluimos que a alta cooperação das partes seria suficiente para afirmar que a colônia de formigas é um indivíduo genuíno. Apesar disso, quando consideramos o fato de as formigas estarem espalhadas no ambiente, em vez de estreitamente próximas como as amebas da espécie *D. discoideum* na formação de um corpo multicelular, podemos pensar a colônia de formigas como estando entre a organicidade e a não-organicidade. Mas ainda faltava saber se a colônia

seria uma estrutura física capaz de sustentar uma consciência. Ou melhor, de que modo as formigas como sujeitos experienciais fundamentariam a experiência consciente da colônia. Nossa análise se concentrou, pois, na composição fenomenal.

Sob essa ótica vimos primeiramente que as formigas, com base em seu sistema neurofisiológico, podem ser sujeitos experienciais e que por meio dos feromônios, poderiam combinar suas experiências em um todo integrado. Em seguida, que a unidade experiencial, por sua vez, depende do modo como as partes desse corpo estão relacionadas espacialmente – se próximas ou espalhadas. Estes dois aspectos refletiam o argumento de Fronteira, que se mostrou crucial para responder à hipótese de nosso estudo. Haveria, assim, um limite na composição de uma consciência a partir da combinação de microconsciências. Isso significa que organismos genuínos, ou próximos de se tornarem organismos, apresentariam diferentes tipos de consciência.

No caso da colônia de formigas concluímos que, mesmo se os semioquímicos possibilitassem a combinação das experiências individuais, a maneira como as formigas estão distribuídas no espaço, implicaria no nível de unificação fenomenal. É evidente que há objeções, como afirmar que apenas a integração da informação seria suficiente, não importa se os membros estão estreitamente próximos ou espalhados. Porém, consideramos que o modo como as partes estão dispostas na constituição do corpo reflete no nível de consciência do sujeito. Por conseguinte, concluímos que a colônia de formigas teria uma fraca integração das experiências individuais. A consciência da colônia se encontraria em uma região intermediária. Ora, tendo em conta que a colônia talvez se encontre em uma linha divisória da organicidade, ela também estaria em uma zona cinzenta da fenomenalidade.

Desde o início dessa dissertação, não era nosso objetivo dar uma resposta positiva ou negativa à questão central, até porque talvez sequer existisse apenas uma. Mas supomos que a incerteza quanto à experiência fortemente unificada em uma colônia de formigas parece coerente. As outras três respostas baseadas na relação parte-todo também são válidas. Tanto é possível uma continuidade quanto uma descontinuidade entre a experiência das partes e a do todo. Entretanto, achamos a quarta resposta, que afirma ser a colônia de formigas um caso de consciência limítrofe, mais apropriada. Essa resposta leva em conta os dois lados da composição: o físico e o fenomênico. Ambos são conceitos imprecisos na teoria nageliana. Em função disso, a colônia ter uma consciência imprecisa não parece absurdo. Pensamos, com base nisso, que a consciência pode ser uma propriedade indeterminada da organização.

Começamos essa dissertação nos perguntando se haveria *algo que é ser como* uma colônia de formigas e concluímos, finalmente, não haver um resultado preciso, porém, um que espelha nossa ignorância da composição psicofísica. Este desfecho da pesquisa pode servir de referência para examinar outras formas de colônias organísmias, considerando a interação, comunicação e a disposição das partes. Não podemos garantir que todas se encontrem em um contexto análogo ao da colônia de formigas. É possível, em comparação, que algumas tenham um grau maior de consciência, enquanto outras, ausente. Nós ainda ponderamos que a ideia de a colônia ser um caso de consciência limítrofe é um modelo para o exame da mente humana em contextos específicos, como a do cérebro dividido, estado de coma e esquizofrenia. Daí pretendemos dar continuidade, no doutorado, a essa pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BAGGINI, Julian; FOSL, Peter S. **As Ferramentas dos Filósofos**: Um compêndio sobre conceitos e métodos filosóficos. São Paulo: Edições Loyola, 2008.
- BAUM, Carlos; KROEFF, R. F.S. Enação: conceitos introdutórios e contribuições contemporâneas. **Rev. Polis e Psique**. Porto Alegre, vol. 8, nº 2, 2018, p. 207 – 236.
- BENOVSKY, Jiri. *Mind and Matter*: Panpsychism, Dual Aspect Monism, and the Combination Problem. SpringerBriefs in Philosophy, 2018.
- BLOCK, Ned. Troubles with Functionalism. In: CHALMERS, David J. (Ed.). **Philosophy of Mind: classical and contemporar readings**. New York, Oxford: Oxford University Press, 2002, p. 94-98.
- BUNGE, Mario. **Matéria e Mente**. Trad. Gita K. Guinsburg, 1ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.
- BUSCHINGER, Alfred. Social parasitism among ants: a review (Hymenoptera: Formicidae). **Myrmecological News**, vol. 12, 2009, p. 219-235.
- CHALMERS, David J. **The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory**. New York: Oxford University Press, 1996.
- CHALMERS, David J. Concioussnes and Its Place in Nature. In: CHALMERS, David J. (ed.). **Philosophy of Mind: Classical and Contemporary Readings**. New York: Oxford University Press USA, 2002, p. 247-272.
- CHALMERS, David J. **Panpsychism and Panprotopsychism**, 2013. Disponível em: <http://consc.net/papers/panpsychism.pdf>. Acesso em 20 de fevereiro de 2021.
- CHALMERS, David J. **The Combination Problem for Panpsychism**, 2017. Disponível em: <http://consc.net/papers/combination.pdf>. Acesso em 20 de fevereiro de 2021.
- CHURCHLAND, Paul M. **Matéria e Consciência: Uma introdução contemporânea à filosofia da mente**. Trad. Maria Clara Cescato. São Paulo: Editora Unesp, 2004.
- CLEVE, James Van. Mind – Dust or Magic? Pansychism versus Emergence. **Philosophical Perspectives**, vol. 4, 1990, p. 216-217.

DAWKINS, Richard. **The Extended Phenotype: The Gene as the Unit of Selection**. New York: Oxford University Press, 1983.

DAWKINS, Richard. **O Gene Egoísta**. Companhia das Letras, São Paulo, 2007.

DEMBSKI, William A. Defecting from Darwinian Naturalism: A Review of Thomas Nagel's Mind & Cosmos. **Evolution News & Science Today**, 2012. Disponível em:

[https://evolutionnews.org/2012/11/defecting\\_from/](https://evolutionnews.org/2012/11/defecting_from/). Acesso em 14 de setembro de 2020.

DI PAOLO, Ezequiel A. El enactivismo y la naturalización de la mente. In: D. P. Chico y M. G. Bedia (Eds) **Nueva ciencia cognitiva: Hacia una teoría integral de la mente**. Madrid: Plaza y Valdes Editores, 2013, p. 1-39.

FEKETE, Tomer; VAN LEEUWEN, Cees; EDELMAN, Shimon. **System, subsystem, hive: Boundary problems in computational theories of consciousness**. *Frontiers in Psychology*, 2016, Vol. 7, Art. 1041. Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2016.01041/full>. Acesso em 05 de outubro de 2019.

FRANKS, Nigel R. Ants. In: RESH, Vincent H.; CARDÉ, Ring T. (Eds). **Encyclopedia of Insects** (Second Edition). Academic Press, 2009, p. 24-27.

GISPERT, Carlos. **Guías Visuales Océano de Invertebrados**. Barcelona: Oceano Grupo Editorial, 1999.

GODFREY-SMITH, Peter. **Outras Mentes: O polvo e a origem da consciência**. 1ª ed. São Paulo: Todavia, 2019.

GODFREY-SMITH, Peter. **Metazoa: Animal Life and the Birth of Mind**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2020.

GOFF, Philip. **Consciousness and fundamental reality**. New York: Oxford University Press, 2017.

GOFF, Philip; SEAGER, William; ALLEN-HERMANSON, Sean. Panpsychism. In: ZALTA, Edward N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. California: Stanford University, 2017. Disponível em:

<https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/panpsychism>. Acesso em 25 de outubro de 2020.

GOFF, Philip. **Galileo's Error: Foundations for a New Science of Consciousness**. New York: Pantheon Books, 2019.

GOFF, Philip; ROELOFS, Luke. In Defence of Phenomenal Sharing. In: BUGNON, Julien; NIDA-RUMELIN, Martine (Eds.). **The Phenomenology and Self-Awareness of Conscious Subjects**. Routledge, 2020. Disponível em: [https://www.philipgoffphilosophy.com/uploads/1/4/4/4/14443634/in\\_defence\\_of\\_phenomenal\\_sharing\\_v1.pdf](https://www.philipgoffphilosophy.com/uploads/1/4/4/4/14443634/in_defence_of_phenomenal_sharing_v1.pdf). Acesso em 2 de maio de 2021.

GORDON, Deborah. **Formigas em ação: Como se organiza uma sociedade de insetos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2002.

GORDON, Deborah. **An ant-colony has memories that its individual members don't have**. Aeon Review, 2018. Disponível em: <https://aeon.co/ideas/an-ant-colony-has-memories-that-its-individual-members-dont-have>. Acesso em 05 de março de 2020.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Insetos: fundamentos da entomologia**. Com ilustrações de Karina H. McInnes; Trad. e Ver. Técnica Eduardo da Silva Alves dos Santos, Sonia Maria Marques Hoenen. 5ª ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017.

HAMILTON, William D. The genetical evolution of social behaviour. **Journal of Theoretical Biology**, vol. 7, Issue 1, 1964, p. 1-16. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(64\)90038-4](https://doi.org/10.1016/0022-5193(64)90038-4). Acesso em 8 de julho de 2021.

HÖLLDOBLER, Bert; WILSON, Edward O. **Viaje a las hormigas: Uma história de exploración científica**. Trad. Joan Domènec Ros. Barcelona: Grijalbo Mondadori, 1996.

HÖLLDOBLER, Bert; WILSON, Edward O. **El Superorganismo**. 1ª ed. Buenos Aires: Katz Editores, 2014.

HORGAN, Terence. From Supervenience to Superdupervenience: Meeting the Demands of a Material World. *Mind*. In: CHALMERS, David J. (ed.). **Philosophy of Mind: Classical and Contemporary Readings**. New York: Oxford University Press, 2002, p. 150-162.

- HUEBNER, Bryce, **Macrocognition: A Theory of Distributed Minds and Collective Intentionality**. New York: Oxford University Press, 2014.
- HULL, David L. **Filosofia da Ciência Biológica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- JACOB, François. **A Lógica da Vida: uma história da hereditariedade**. Trad. Ângela Loureiro de Souza. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983.
- JAMES, William. **The Principles of Psychology, Vol. 1**. New York: Dover Publications, 1950.
- JAPIASSU, Hilton; MARCONDES, Danilo. **Dicionário Básico de Filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1990.
- JOHNSON, Steven. **Emergência: A dinâmica de rede em formigas, cérebros, cidades e softwares**. Trad. Maria Carmelita Pádua Dias. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.
- KLEIN, Colin; BARRON, Andrew B. Insects have the capacity for subjective experience. **Animal Sentience**, vol. 1, Issue 9, nº 1, 2016, p. 1-54. Disponível em: <https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/animsent/vol1/iss9/1/>. Acesso em 03 de agosto de 2020.
- KRAKAUER, David. et al. The Information Theory of Individuality. **Theory in Biosciences**, vol. 139, p. 209–223, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12064-020-00313-7>.
- LANGLAND-HASSAN, Peter. Introspective Misidentification. **Philosophical Studies: An International Journal for Philosophy in the Analytic Tradition**, vol. 172, no. 7, Springer, 2015, p. 1737–58. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/24704179>. Acesso em 14 de novembro de 2021.
- MALLATT, Jon; FEINBERG, Todd E. Insect consciousness: Fine-tuning the hypothesis. **Animal Sentience**, vol. 1, Issue 9, nº 10, 2016, p. 1-16. Disponível em: <https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/animsent/vol1/iss9/10/>. Acesso em 03 de agosto de 2020.
- MASSIMINI, Marcello et al. **Breakdown of cortical effective connectivity during sleep**. *Science*, vol. 309, 2005, p. 2228-2232.

- MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. **De maquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo**. 5. ed. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1998.
- MATURANA, Humberto. **Cognição, Ciência e Vida Cotidiana**. Trad. e org. Cristina Magro e Vitor Paredes. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001, 203 p.
- MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. **A Árvore do Conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. Trad. Humberto Mariotti e Lia Diski. São Paulo: Editora Palas Athena, 2004.
- MICKIEWICZ, Katarzyna M., et al. Possible role of L-form switching in recurrent urinary tract infection. **Nature Communications**, vol. 10, nº 4379, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12359-3>.
- NAGEL, Thomas. **Physicalism**. New York: The Philosophical Review, vol. 74, 1965, p. 339-56.
- NAGEL, Thomas. **What is it like to be a bat?** New York: The Philosophical Review, vol. 83, nº. 4, 1974, p. 435–450.
- NAGEL, Thomas. **Mortal Questions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1979.
- NAGEL, Thomas. **Que quer dizer tudo isto?** Uma Iniciação à Filosofia. 1ª ed. Lisboa: Editora Gradiva, 1995.
- NAGEL, Thomas. **A Última Palavra**. Trad. Carlos Felipe Moisés. 1ª ed. São Paulo: Editora Unesp, 1998.
- NAGEL, Thomas. The Psychophysical Nexus. In: BOGHOSSIAN, Paul A.; PEACOCKE, Christopher (eds.). **New Essays on the a Priori**. Oxford: Oxford University Press, 2000, p. 433-471.
- NAGEL, Thomas. **Visão a Partir de Lugar Nenhum**. Trad. Silvana Pereira. 1ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- NAGEL, Thomas. **Mind and Cosmos: Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature is Almost Certainly False**. Oxford: Oxford University Press, 2012.

NAGEL, Thomas. **Como é ser um morcego?** Trad. Josemar de Campos Maciel. Revista da Abordagem Gestáltica, Goiânia, vol.19, n° 1, jan-jul, 2013, p. 109-115.

OIZUMI, Masafumi; ALBANTAKIS, Larissa; TONONI, Giulio. **From the Phenomenology to the Mechanisms of Consciousness: Integrated Information Theory 3.0.** PLoS Computational Biology, vol. 10, Issue 5, e1003588, 2014 p. 1-25. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003588>.

PARFIT, Derek. **Reasons and Persons.** Oxford: Oxford University Press, 1986. Disponível em: <https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/019824908X.001.0001/acprof-9780198249085>. Acesso em 8 de maio de 2020.

PUTNAM, Hilary. The Nature of Mental States. In: CHALMERS, David J. (Ed.). **Philosophy of Mind: classical and contemporary readings.** New York, Oxford: Oxford University Press, 2002, p. 73-79.

QUELLER, David C; STRASSMANN, Joan E. Beyond society: the evolution of organismality. **Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences.** Vol. 364, Issue 1533, 2009, p. 3143-55.

REZNIKOVA, Zhanna; RYABAKO, B. Experimental study of the ants' communication system with the application of the Information Theory approach. **Memorabilia Zoologica.** Vol. 48, 1994, p. 219-236.

ROELOFS, Luke. **Combining Minds: A Defence of the Possibility of Experiential Combination.** Dissertation, University of Toronto, 2015.

ROELOFS, Luke. **Combining Minds: How to think about composite subjectivity.** New York: Oxford University Press, 2019.

ROSENBERG, Gregg. **A Place for Consciousness: Probing the Deep Structure of the Natural World.** New York: Oxford University Press, 2004.

SCHWITZGEBEL, Eric. If materialism is true, the United States is probably conscious. **Philosophical Studies**, vol. 172, 2015, p.1697–1721. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11098-014-0387-8>.

SCHWITZGEBEL, Eric. **Are garden snails conscious? Yes, no, or \*gong\***. The Splintered Mind, 2018. Disponível em: <http://schwitzsplinters.blogspot.com/2018/09/are-garden-snails-conscious-yes-no-or.html>. Acesso em 3 de agosto de 2020.

SEARLE, John R. **A Redescoberta da Mente**. 1ª ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.

SEELEY, Thomas D.; LEVIEN, R. A. A colony of mind: the beehive as thinking machine. **The Sciences**, vol. 27, 1987, p. 39-42.

SØVIK, Eirik; PERRY, Clint. The evolutionary history of consciousness. **Animal Sentience**, vol. 1, Issue 9, nº 19, 2016, p. 1-5. Disponível em: <https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/animsent/vol1/iss9/19/> Acesso em 03 de agosto de 2020.

STRASSMAN, Joan E.; QUELLER, David C. The Social Organism: Congresses, Parties, and Committees. **The Society for the Study of Evolution**, vol. 64, nº 2, 2010, p. 605-616.

STRAWSON, Galen. Realistic Monism: Why Physicalism Entails Panpsychism. **Journal of Consciousness Studies**, 2006, p 53-75. Disponível em: 13.10.1093/acprof:oso/9780199267422.003.0003. Acesso em 4 de setembro de 2020.

THOMPSON, Evan. **A Mente na Vida: Biologia, Fenomenologia e Ciências da Mente**. Lisboa: Instituto Piaget, 2013.

THOMPSON, Evan. Picking Holes in the Concept of Natural Selection. **Bio Science**, vol. 64, nº 4, 2014, p. 355–358. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biu028>.

THOMPSON, Evan. **Biopsychism, Minimal Life, and Sentience**. Foundations Of Animal Sentience, Nov, 2018. Disponível em: <https://psa2018.philsci.org/74-program/program-schedule/abstract/public/352/biopsychism-minimal-life-and-sentience>. Acesso em 08 de julho de 2020.

TONONI, Giulio. An information integration theory of consciousness. **BMC Neurosci**, vol. 5, 42, 2004, p. 1-22. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2202-5-42>. Acesso em 11 de junho de 2021.

TONONI, Giulio. Consciousness as Integrated Information: Provisional Manifesto. **The Biological Bulletin**. University of Chicago: The University of Chicago Press, vol. 215, nº 3,

2018, p. 216-242. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/25470707>. Acesso em 11 de junho de 2021.

TONONI, Giulio; KOCH, Christof. **Consciousness: Here, There but Not Everywhere**, 2014. Disponível em: arXiv preprint [arXiv:1405.7089](https://arxiv.org/abs/1405.7089) . Acesso em 23 de maio de 2020.

VARELA, Francisco. **Principles of biological autonomy**. New York: Elsevier, 1979.

VARELA, Francisco; THOMPSON, Evan.; ROSCH, Eleonor. **The Embodied Mind**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1991.

VARELA, Francisco. **El fenómeno de la vida**. Santiago de Chile: Dolmen, 2000.

WHEELER, William M. **The ant-colony as an organism**. *Journal of Morphology*, vol. 22, 1911, p. 307-325.

WILSON, David Sloan; SOBER, Elliott. Reviving the superorganism, **Journal of Theoretical Biology**. Vol. 136, Issue 3, 1989, p. 337-356. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0022-5193\(89\)80169-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5193(89)80169-9). Acesso em 15 de agosto de 2020.

WYNNE-EDWARDS, V. C. Group Selection and Kin Selection. **Nature**, vol. 201, nº 1147, 1964. DOI: <https://doi.org/10.1038/2011147a0>.