



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro de Ciências Sociais  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas

Renato Soares de Salles Abreu

**Os níveis de atuação da seleção natural:  
uma investigação filosófica**

Rio de Janeiro

2018

Renato Soares de Salles Abreu

**Os níveis de atuação da seleção natural:  
uma investigação filosófica**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção ao título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Filosofia Moderna e Contemporânea.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Karla de Almeida Chediak.

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/CCS/A

A162	<p>Abreu, Renato Soares de Salles. Os níveis de atuação da seleção natural: uma investigação filosófica / Renato Soares de Salles Abreu. – 2018. 152 f.</p> <p>Orientadora: Karla de Almeida Chediak. Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Bibliografia.</p> <p>1. Biologia – Filosofia – Teses. 2. Seleção natural – Teses. 3. Genética – Teses. 4. Reprodução – Teses. I. Chediak, Karla de Almeida. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.</p> <p>CDU 573:1</p>
------	--

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

---

Assinatura

---

Data

Renato Soares de Salles Abreu

**Os níveis de atuação da seleção natural:  
uma investigação filosófica**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção ao título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Filosofia Moderna e Contemporânea.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2018.

Banca examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Karla de Almeida Chediak (Orientadora)  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas – UERJ

---

Prof. Dr. Edgar da Rocha Marques  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas – UERJ

---

Prof. Dr. Ricardo Francisco Waizbort  
Fundação Oswaldo Cruz

Rio de Janeiro

2018

## AGRADECIMENTOS

Muitos foram os fatores que me auxiliaram em minha caminhada pelos meandros da filosofia. Dentre eles, sem dúvida os mais fundamentais foram as diversas pessoas que ampararam minha caminhada. Afinal, sem elas eu simplesmente não conseguiria dar os passos dessa difícil empreitada acadêmica, de modo que muitos dos envolvidos mereciam figurar como verdadeiros coautores dentro desse processo. Obviamente, diante de suas inestimáveis contribuições, qualquer tipo de agradecimento verbal soa como uma retribuição absolutamente insuficiente e desproporcional. É através das pálidas palavras deste agradecimento, portanto, que busco a ingrata missão de retribuir ao menos uma fração da preciosa ajuda que essas pessoas prestaram. É a elas que dedico qualquer contribuição positiva que esta dissertação possa ocasionar, esperando apenas que meus esforços restituam parte de seu monumental suporte, mesmo sabendo que todos os envolvidos mereciam um trabalho substancialmente melhor do que este que tenho a oferecer.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao imenso apoio prestado pela minha família, sobretudo aos meus irmãos, Leonardo e Raphael, e aos meus pais. À minha mãe, Eliana, digo apenas que espero que cada letra impressa nas páginas desta dissertação atue como um pequeno tributo às incontáveis manhãs dedicadas a me levar ao colégio, ao carinho dispensado, dentre outros grandiosos e tenros esforços que tanto contribuíram para a minha formação. Graças a ela, pude passar por todas as etapas de minha vida acadêmica, de modo que espero que a conclusão deste mestrado sirva como uma singela retribuição à sua admirável dedicação. Em outras palavras, torço para que ela enxergue a conclusão desta etapa em meus estudos como uma espécie de coroação por seu empenho, fazendo que os louros dessa vitória sejam partilhados entre nós. Como um de meus irmãos costumava dizer a ela diante de toda aprovação no colégio: “passamos, mãe!”.

Gostaria de agradecer também ao meu pai, Renato, que, a despeito das eventuais flutuações em nossa condição financeira, jamais deixou de custear e estimular o meu amor pela leitura, sendo, por isso, um dos grandes responsáveis pela conclusão desta dissertação. A começar pelos livros sobre a história da Segunda Guerra Mundial, adquiridos em sebos do Centro da cidade, quando eu não contava com mais do que 11 anos de idade, o meu pai nunca mediu esforços para estimular a minha curiosidade e financiar a minha educação, de modo que espero que o nível dos argumentos aqui contidos faça justiça ao seu trabalho de sol a sol, demonstrando o quão essencial foi a sua contribuição para a minha formação. Espero que os

seus esforços sejam minimamente recompensados por uma dissertação com a qualidade que seus investimentos afetivos e financeiros merecem, oferecendo a conclusão deste projeto como uma pequena devolução por sua incomensurável diligência.

Dentre as surpresas agradáveis que me foram reservadas pelas contingências do dia a dia, talvez uma das mais afortunadas tenha sido a imensa, e feliz, coincidência de ter encontrado uma companheira para o resto da vida justamente no momento em que eu começava a minha difícil empreitada neste mestrado, a minha namorada Juliana Casali. Certamente essa jornada acadêmica seria muito mais difícil sem você, meu amor. Afinal, não bastasse o fato de que seu carinho e dedicação foram alicerces fundamentais para encarar os momentos difíceis, a Juliana- como bióloga e boa escritora que é - pacientemente revisou cada sentença contida neste texto, bem como forneceu a fotografia que orna a capa desta dissertação, contribuindo imensamente para o aprimoramento da versão definitiva. Espero que a vitória coletiva que representa a conclusão desta dissertação restitua parte de seu tempo e justifique, ao menos em parte, as incontáveis noites que ela teve que dividir a cama com a pilha de livros que eu desleixadamente deixava largados, bem como o fato de eu deixar a luminária acesa durante todas as madrugadas dedicadas às leituras e redação das palavras que pontuam este texto. Em suma, espero que o seu sentimento de orgulho pela conclusão desta etapa seja tão grandioso quanto o meu: afinal, essa vitória é tão minha quanto sua.

Não por coincidência, um de meus grandes amigos é o estudante mais apaixonado por biologia evolutiva que eu já tive a oportunidade de conhecer, evidenciando que a sua influência pode ser diretamente percebida nos assuntos que atraem a minha curiosidade intelectual, bem como em cada argumento que tenho a oferecer sobre praticamente qualquer assunto, incluindo os presentes nesta dissertação. Portanto, a contribuição do Mario Cupello em minha formação intelectual ao longo de quinze anos de amizade não só influiu na constituição da pessoa que sou, como também foi decisiva para a conclusão deste projeto acadêmico. Dentre suas numerosas contribuições para esta dissertação, podem-se citar as laboriosas revisões textuais que ele executou, os extensos debates sobre os argumentos que empreendemos, as inúmeras correções fáticas baseadas em seu conhecimento sobre biologia, assim como na colaboração para adequar o projeto às exigências formais, demonstrando a virtual onipresença de seu apoio para sua construção. Espero que o desenvolvimento deste trabalho corresponda à enorme confiança que ele deposita em minhas capacidades, confiança esta que supera com facilidade os julgamentos que faço sobre mim mesmo. Espero também que, assim como eu, ele tenha aprendido e se divertido ao longo da elaboração deste projeto, recompensando, em parte, a sua preciosa ajuda.

Creio que uma das mais valiosas contribuições que uma orientadora pode ofertar a um aluno é a liberdade para desenvolver as próprias ideias, e foi precisamente isso que a orientação da professora Karla Chediak me forneceu. Desde o momento em que ela aceitou o meu projeto, quando este não passava de um mero esboço formulado por um aluno sonhador, até a sua conclusão, a sua orientação possibilitou uma imprescindível autodeterminação para o seu desenvolvimento, permitindo que as minhas ideias florescessem de maneira natural. Mais do que isso, a professora Karla soube conduzir esta liberdade com a dose certa de intervenções, aprimorando imensamente o conteúdo desta dissertação ao lidar apropriadamente com minhas - muitas - idiosincrasias como, por exemplo, a minha inexperiência, contendo o meu impulso para uma retórica “literária”, ajudando a corrigir alguns deslizes fáticos e estruturais, assim como auxiliando na clarificação do texto e na condução dos argumentos propriamente ditos, sendo, por isso, absolutamente fundamental para o aperfeiçoamento da versão definitiva. Diante de sua preciosa contribuição, tudo o que tenho a fazer é agradecer profundamente à sua inestimável ajuda e afirmar categoricamente que qualquer falha ou heterodoxia que ainda insistam em se fazer presentes nesta dissertação certamente são de minha inteira responsabilidade.

Gostaria de aproveitar o espaço para agradecer ao suporte prestado pelos funcionários da secretaria do PPGFIL. Sem a sua atenção, certamente a conclusão deste projeto seria uma tarefa substancialmente mais complicada e confusa.

Por fim, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Sem este recurso fundamental, eu simplesmente não conseguiria adquirir os inúmeros livros necessários para a execução deste projeto, demonstrando a importância que este fomento teve na execução de minha dissertação.

## RESUMO

ABREU, Renato Soares de Salles. *Os níveis de atuação da seleção natural: uma investigação filosófica*. 2018. 152 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Nesse trabalho, pretendemos discutir o problema sobre quais as entidades contempladas pelo mecanismo da mudança evolutiva descrita pelo darwinismo, a seleção natural. Com esse objetivo em mente, iniciaremos a nossa discussão a partir de uma análise pormenorizada dos conceitos essenciais dentro do paradigma darwinista como, por exemplo, variação, hereditariedade, e seleção, até chegar às definições verdadeiramente elementares para a nossa discussão, as noções de indivíduo e reprodução. Tendo tecido este arcabouço com definições teóricas mais precisas, iniciaremos uma revisão histórica do debate dos níveis de seleção propriamente dito, oferecendo uma possível solução para os seus problemas que denominamos pluralismo realista, posição essa que irá ser contrastada com as demais alternativas da contenda no intento de esclarecer os seus vícios e virtudes de uma forma explícita.

Palavras-chave: Gene. Grupo. Indivíduo. Organismo. Reprodução.



## ABSTRACT

ABREU, Renato Soares de Salles. *The levels of action of natural selection: a philosophical investigation*. 2018. 152 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

In this work, we shall discuss the problem concerning the entities involved in the mechanism of evolutionary change described by Darwinism, namely natural selection. Bearing this aim in mind, our discussion shall start with a painstaking analysis of the fundamental concepts within the Darwinian paradigm such as variation, heredity, and selection, until we reach the truly elementary definitions for our discussion: the ideas of individual and reproduction. Having erected this framework with more precise theoretical definitions, we shall initiate a historical review of the debate on the levels of selection itself, offering a possible solution to its problems that we denote as realistic pluralism, a stance which will be contrasted with other alternatives in this quarrel in the attempt to clarify its vices and virtues in an explicit way.

Keywords: Gene. Group. Individual. Organism. Reproduction.

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>EVOLUÇÃO E SELEÇÃO NATURAL.....</b>	<b>11</b>
1.1	<b>Darwinismo e o conceito de evolução.....</b>	<b>11</b>
1.2	<b>As populações darwinistas.....</b>	<b>21</b>
1.3	<b>A dinâmica das populações darwinistas.....</b>	<b>26</b>
1.4	<b>Os resumos abstratos e a seleção natural.....</b>	<b>30</b>
1.5	<b>Seleção natural, variação e mutação.....</b>	<b>35</b>
1.6	<b>Seleção natural e hereditariedade.....</b>	<b>40</b>
1.7	<b>A seleção natural e a deriva genética.....</b>	<b>44</b>
1.8	<b>Os resumos abstratos e o conceito de aptidão.....</b>	<b>49</b>
<b>2</b>	<b>INDIVÍDUOS, REPRODUÇÃO E NÍVEIS DA SELEÇÃO.....</b>	<b>62</b>
2.1	<b>Indivíduos biológicos e o debate sobre os níveis da atuação da seleção natural.....</b>	<b>62</b>
2.2	<b>A individualidade em um sentido liberal e o critério genético para a individuação.....</b>	<b>68</b>
2.3	<b>Os critérios teóricos para a individuação.....</b>	<b>78</b>
2.4	<b>Reprodução e o problema dos níveis da seleção.....</b>	<b>88</b>
2.5	<b>Classificando os processos de reprodução.....</b>	<b>94</b>
2.6	<b>Reprodutores coletivos.....</b>	<b>97</b>
<b>3</b>	<b>O Debate sobre os Níveis da Seleção Natural.....</b>	<b>117</b>
	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>139</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>142</b>
	<b>ANEXO 1 – Reprodução das figuras presentes no texto.....</b>	<b>151</b>

## INTRODUÇÃO

Poucos problemas assumem uma posição tão central para a biologia evolutiva como o debate sobre os níveis da seleção natural. Precisamente por partir de uma análise mais criteriosa sobre a *raison d'être* da teoria da evolução proposta por Darwin, isto é, sobre a operação do mecanismo da seleção natural, não surpreende que o debate tenha suscitado discussões apaixonadas, com carreiras inteiramente dedicadas aos seus labirintos lógicos. De maneira sucinta, o *explicandum* de nossa discussão se resume à tentativa de elucidar quais são os entes selecionados no processo descrito no “longo argumento” de Darwin (1859, p. 459). Em outras palavras, qual é o objeto da seleção natural?

Levando em conta a natureza “fundacional” das questões colocadas por esse debate (Wilson, 2007; Santille, 2011; Lloyd, 2017), acreditamos que uma análise apropriada de seus problemas precisa erguer cuidadosamente o edifício teórico e conceitual com o qual irá responder às suas questões, de modo que o leitor possa acompanhar de perto a colocação de cada “tijolo” argumentativo a fim de contemplar as consequências da adoção de um arcabouço conceitual. Portanto, a empreitada analítica aqui conduzida adotou precisamente essa estratégia: construir vagarosamente um arcabouço conceitual de baixo para cima no intuito de estar mais preparado na hora de encarar as questões primordiais.

Como ponto de partida, o primeiro capítulo irá se dedicar a uma construção sistemática do que significa “evoluir por seleção natural”, avaliando as suas múltiplas dimensões para que possamos apreender os conceitos essenciais. Nesse intento, abordaremos questões centrais como a natureza do processo evolutivo, da hereditariedade e do conceito de aptidão, possibilitando a construção de um panorama geral que nos permita analisar a natureza dos objetos contemplados pelo processo seletivo de uma maneira mais contextualizada. Isto é, estaremos posicionados mais estrategicamente para compreender a questão sobre os níveis de atuação da seleção natural.

Considerando a sua importância para o nosso debate, o segundo capítulo se configurará como uma análise pormenorizada acerca dos conceitos de indivíduo e reprodução na teoria evolutiva, permitindo, dessa maneira, uma compreensão mais apurada sobre a natureza do processo seletivo. Afinal, os objetos da seleção natural não passam de indivíduos com alguma natureza, com o processo da reprodução constituindo a mola propulsora para sua aparição, evidenciando que uma investigação cuidadosa de suas especificidades seja absolutamente fundamental para uma análise como a nossa.

Por fim, de uma maneira um tanto quanto heterodoxa, concluiremos a nossa discussão a partir de uma revisão sobre a história do debate sobre os níveis da seleção natural contemplada a partir da perspectiva do edifício conceitual aqui construído. Desse modo, a estranha disposição em que a apresentação da história do debate aparece apenas na parte final de nosso texto justifica-se devido à nossa estratégia de construir cuidadosamente um ponto de vista para podermos, então, vislumbrar as grandes questões colocadas a partir de um ponto de vista específico.

## 1 EVOLUÇÃO E SELEÇÃO NATURAL

Neste capítulo, investigaremos a fundo a noção de evolução por seleção natural a partir de uma análise sobre suas questões centrais como, por exemplo: o que significa evoluir? O que representa ser selecionado? Como entender as noções de variedade e hereditariedade? Qual o papel e as características da mutação e da deriva genética como “forças” do processo seletivo? Qual a natureza da seleção natural propriamente dita e do conceito de aptidão? Respondendo a essas perguntas, estaremos mais habilitados para investigar apropriadamente a questão que representa o âmago de nossa análise, a questão sobre os níveis da seleção natural. Afinal, como nós podemos nos indagar sobre a natureza de um processo que sequer definimos explicitamente? Em suma, tentaremos construir um fundamento conceitual para que o leitor possa analisar a questão sobre os níveis em que a seleção natural pode atuar de uma maneira mais contextualizada.

### 1.1 Darwinismo e o conceito de evolução

Uma investigação como a nossa, que almeje esclarecer quais seriam as entidades capazes de ser selecionadas em um processo descrito como <sup>1</sup>“evolutivo”, necessita elucidar exatamente o que se entende ao empregar o conceito de “evolução”. Oriunda do latim *evolutio*, a palavra evolução é definida pelo dicionário<sup>1</sup> como o desenrolar de um determinado processo (Garcia, 1964, p. 1657), caracterizando, portanto, uma sucessão de eventos aparentemente direcional ao longo do tempo, isto é, uma sequência temporal de acontecimentos essencialmente assimétrica e que parece denotar algum tipo de *progressão* em relação ao estágio anterior.

Falar em um processo que se “desenrola” através do tempo significa dizer que o mundo existente no passado difere de alguma maneira do que encontramos no presente, sendo que, até onde sabemos, tampouco o futuro reserva algo como uma estabilidade para a nossa ontologia: afinal, o “tapete” da história pode continuar a se desenrolar. Dessa forma, ao organizarmos o mundo de uma maneira histórica, estamos nos comprometendo com a *mudança* a partir de uma sucessão de eventos que definem a própria natureza dos entes existentes, isto é, o mundo se torna um fluxo, com as entidades nele existentes passando por

---

<sup>1</sup> Ao longo do presente trabalho, citaremos repetidamente definições de dicionário com o intuito didático de introduzir o leitor na discussão teórica a partir de uma definição semântica que lhe seja relativamente familiar, ou seja, com a intenção de fazer com que conceitos teóricos complexos se tornem termos mais familiares ao leitor, introduzindo-o às definições científicas a partir das noções mais usuais fornecidas pelo dicionário.

uma constante transformação. Evolução, por outro lado, não só parece insinuar uma mudança, mas sim uma mudança de um tipo específico: *a progressiva*. Ao menos nessa definição de senso comum, uma entidade que tenha evoluído passou por um processo de modificações que, de uma forma ou de outra, tornaram-na algo *melhor*.

A generalidade de uma definição como essa instiga uma análise filosófica a buscar formas de detalhar as possíveis especificidades que o conceito de evolução possa ter, em especial, as especificidades salientadas pela perspectiva que nos interessa, a saber, a da ótica darwinista, questionando quais são os requisitos necessários para que o dito processo evolutivo possa assumir os traços essencialmente *darwinistas* com os quais nos preocupamos em nossa análise.

Como primeiro passo nessa investigação terminológica, temos que lidar com a interpretação de que um processo descrito como evolutivo denota uma mudança para melhor, ou seja, progressiva. Seria o processo proposto por Darwin um sinônimo de avanço ou progresso? E, caso exista algum progresso, seria ele planejado, isto é, orientado a alguma *finalidade*? Para que possamos responder essas perguntas, creio que o primeiro ponto que devemos notar é o fato de que Darwin chamava o processo que ele ficou famoso por sistematizar cientificamente de transmutação das espécies, não evolução<sup>2</sup>. Desse modo, a carga semântica intuitivamente indicativa de alguma espécie de progresso trazida pelo termo “evoluir” não estava presente na intenção original da proposta darwinista. Diante dessa constatação, ficamos com a pergunta de como e com qual intenção o conceito de “evolução” foi introduzido no contexto darwinista.

Introduzido no ambiente vitoriano pelo filósofo Herbert Spencer (1857), o termo “evolução” possui uma natureza histórica essencialmente polissêmica, cujos significados que veio a assumir dentro da biologia é difícil especificar. O certo, porém, é que, no momento de sua introdução, a definição almejada por Spencer era o mesmo desenrolar progressivo do processo descrito pelo dicionário. Aliás, como bem salientou Mayr (1988, p. 42), o conceito de evolução assumia um caráter inerentemente teleológico na era da biologia pré-darwinista, na qual uma formação “guiada” análoga ao desenvolvimento embriológico estava em curso também na *formação da diversidade da vida*, demonstrando que a escolha terminológica de Spencer de fato exalava progresso e propósito.

Em outras palavras, evoluir parecia denotar uma forma de progressão absoluta, algo que Darwin com sua visão contextualizada, isto é, relativa, certamente não desejava

---

<sup>2</sup> Relutantemente, Darwin veio a adotar o termo evolução na edição derradeira de *A Origem das Espécies*.

referendar. Portanto, creio que podemos falar em uma nítida distinção entre aquilo que significa “evolução biológica” em um contexto *antes* e *depois* de Darwin, distinção essa que eu espero que fique clara ao longo do desenvolvimento deste trabalho sobre o processo evolutivo darwinista. O importante a apreender sobre esse ponto é que ao falarmos que uma espécie “evoluiu” no sentido darwinista, não estamos, com isso, nos comprometendo com nenhuma forma de progresso absoluto, mas sim com um processo de mudança puro e simples relativo a um dado contexto ambiental.

Constatamos, então, que ao legar a carga semântica do termo “evolução” aos processos “transmutacionistas” descritos por Darwin, Spencer contribuiu para a incompreensão dos preceitos darwinistas de maneira singular. Afinal, Darwin se notabilizou precisamente por banir o discurso sobre progresso e propósito do mundo natural, ajudando tratar os fenômenos biológicos de modo estritamente mecânico, capacitando-os, enfim, a ser investigados a partir dos cânones usuais de uma metodologia digna da alcunha “científica”. Ao abandonar fatores notáveis por sua intratabilidade empírica como, por exemplo, a busca por uma misteriosa *força guiando a evolução biológica nesse processo progressivo*, Darwin permitiu à ciência vitoriana uma sistematização coerente acerca das nuances das formas vivas e suas ricas histórias em contextos essencialmente relativos.

Assim como Spencer, incontáveis críticos falharam em apreciar essa face relativista do evolucionismo darwinista, como se o que Darwin estivesse propondo fosse uma suposta escalada rumo a uma perfeição cósmica ou a algum tipo de progresso absoluto (cf. Bowler, 2009; Mayr, 1982). Da mônada ao homem, diziam seus antecessores (cf. Bowler, 2009). Nada poderia estar mais distante da doutrina desenvolvida na *A Origem das Espécies*. Como Mayr (1988, p. 98) pontua, tais visões falhavam em enxergar uma segunda e importante dimensão do processo descrito pelo darwinismo. Enquanto todas as teorias evolucionistas anteriores apontavam para uma dimensão vertical para o “desenrolar” da evolução, isto é, um processo no qual as espécies progrediam adaptativamente através do tempo, Darwin adicionou a dimensão horizontal, a partir da qual novas variedades alimentavam a diversidade da chamada árvore da vida com uma explosão de formas distintas que chamamos espécies.

Diante de uma visão exclusivamente vertical para a mudança evolutiva, a separação das formas vivas em espécies descontínuas simplesmente não fazia sentido, já que a simples postulação de uma força catalisadora para esse processo vertical não lida diretamente com o fato da existência de uma *criação horizontal* dos diversos contextos onde essa mudança se efetuará, ou seja, da existência de um hiato ecológico entre os diversos modos de vida existentes. Dito de outra forma, explicações fundadas em forças adaptativas propulsionando a

mudança verticalmente não conseguiam lidar com a criação das diferentes conjunturas onde as ditas adaptações se desenvolviam.

Além do mais, havia a inegável continuidade estrutural que a história da vida parecia apresentar. É difícil lidar funcionalmente com a incrível semelhança apresentada por estruturas com funções tão díspares como a existente, por exemplo, entre a asa de um morcego, a nadadeira de uma baleia e a mão humana. Dessa forma, é a partir desta horizontalidade geográfica que as múltiplas adaptações altamente contextualizadas vão sendo construídas através da vastidão do tempo geológico. Não basta, então, supor uma força que impulse a evolução funcional das estruturas biológicas de maneira vertical. É preciso explicar também a separação horizontal que o desenrolar dessa verticalidade parece ter criado. Desse modo, a aparência de progresso expressa no registro fóssil pôde ser compreendida como uma consequência do desabrochar das linhagens históricas contextualizadas que denominamos evolução, evidenciando a natureza horizontal e vertical da mudança darwinista.

Apesar dessas colocações, vale dizer que a constatação de que a evolução biológica, de fato, ocorreu nem sempre foi imediatamente óbvia (Bowler, 2009). Na verdade, a verificação da natureza histórica das entidades vivas foi um processo extremamente turbulento. As hipóteses transmutacionistas propostas antes de Darwin, a exemplo dos casos de Lamarck (1809) e Chambers (1844), foram alvo de constante zombaria por parte da comunidade científica de suas épocas (Bowler, 2009, pp. 86–95). Ao falar que as espécies biológicas passaram por transformações ao longo do tempo, Darwin sacudia as predileções estáticas do fixismo (Mayr, 1982, p. 403) de sua época, passando a enxergar vida a partir de uma perspectiva essencialmente histórica e natural.

Ao “*historicizar*” a noção de vida, Darwin se comprometia expressamente com a visão de que as formas biológicas surgiram por meios naturais em um momento específico, ou seja, eram entidades localizadas no espaço e no tempo, e que, a partir daí, passaram a traçar uma história evolutiva particular. Portanto, a trajetória histórica dessas entidades passa a ser o objeto de análise da biologia evolutiva, sendo a *evolução das formas vivas* a primeira das polêmicas propostas engendradas por Darwin.

Diante da pujança das evidências que magistralmente foram costuradas por Darwin (1859) a partir de uma lógica argumentativa impecável, a evolução se caracterizou como a hipótese darwinista que menos sofreu resistência nas batalhas intelectuais que se sucederam à publicação de *A Origem das Espécies* (Bowler, 2009, pp. 177–223). Na verdade, pode-se dizer que, ainda durante a vida de Darwin, a evolução se estabeleceu como o paradigma dominante, com as espécies biológicas sendo encaradas como entidades capazes de passar por



*transformações genuinamente qualitativas* ao longo do tempo. A mudança, ao invés do *fixismo*, passava a ser a ordem natural das formas vivas.

Resta, porém, a pergunta: a que tipo de processo os biólogos contemporâneos se referem ao utilizar o termo evolução? Como nos diz um dos mais influentes livros-textos de biologia evolutiva da atualidade, por evolução os evolucionistas denotam um único objeto: a mudança ao longo do tempo, postulando, portanto, apenas a existência de uma temporalidade essencialmente *assimétrica* (Futuyma, 1998, p. 4). Um sistema capaz de evoluir é, então, um sistema dotado de história, isto é, com a capacidade de sofrer modificações ao longo de um vetor temporal. Com uma definição tão vasta, é evidente que numerosos sistemas possuiriam as propriedades tidas como necessárias para passar por mudanças ao longo do tempo e, portanto, evoluir. Culturas humanas (Richerson & Boyd, 2006), firmas econômicas (Ostrom, 1990), conexões neurais (Edelman, 1990) e até mesmo o próprio universo são sistemas que, indubitavelmente, são dotados de história, sofrendo, desse modo, um processo que os biólogos não hesitariam em chamar de evolução.

No entanto, os sistemas *biológicos* observados por Darwin obedeciam a uma *dinâmica* evolutiva característica: eles evoluíam principalmente através de *causas relacionadas à transmissão hereditária, ou seja, de causas genéticas*. O darwinismo designa, assim, uma forma específica de *explicação evolutiva* para o desenvolvimento da história da vida, tendo na *dinâmica hereditária o norte* de suas generalizações de cunho científico, isto é, o seu *objeto de estudo*. Não basta, então, que um sistema evolua para que ele seja considerado darwinista: ele tem que evoluir através de uma *dinâmica causal* essencialmente hereditária.

Considerando que as entidades biológicas são entidades físicas como outra qualquer, elas estabelecem incontáveis relações de causa e efeito com o ambiente físico que as cerca. Contudo, como nem todas essas relações causais têm consequências hereditárias, grande parte desses acontecimentos são, grosso modo, ignorados pela perspectiva darwinista e o tipo de pergunta que ela impõe. Em outras palavras, em um sentido mais amplo, a evolução biológica até pode incluir todos os fenômenos que venham a ocorrer com as entidades vivas ao longo de suas ricas trajetórias evolutivas, ou seja, todas as suas interações com o ambiente físico ao longo de suas histórias, entretanto, dentre a exuberância de eventos que ocorrem no âmbito da história destas entidades, o recorte analítico imposto pelo darwinismo se ocupa, única e exclusivamente, dos que tenham implicações para a *transmissão hereditária em um processo de reprodução e sobrevivência diferencial das referidas entidades*, ou seja, para a modificação temporal dessas entidades ao longo do tempo que denominamos evolução. Esse, aliás, é precisamente o objetivo do programa de pesquisa darwinista: explicar a evolução

temporal das entidades biológicas, justificando, assim, a existência dessa “seletividade analítica” em relação aos traços hereditários e sua contribuição causal para a evolução.

Percebe-se, então, que processos seletivos ocorrendo em variações não hereditárias são qualitativamente distintos precisamente por não poderem construir estruturas complexas através das gerações, isto é, por não possuírem relevância explanatória para a configuração da modificação geracional de longo prazo conhecida como evolução. Resumindo, o darwinismo interpreta a conseqüente transformação da composição da biota em um contexto essencialmente geracional, isto é, um contexto em que as causas para essa mudança residem na reprodução e sobrevivência diferencial de entidades dotadas de uma carga hereditária que elas legam à próxima geração, evidenciando que processos seletivos em variações não hereditárias serão processos *marginalmente darwinistas*.

Desse modo, modificações que não tenham um relacionamento com essa *transmissão hereditária* se tornam pálidas diante do programa de pesquisa darwinista e do filtro teórico que ele impõe com o intuito de explicar a evolução. Por exemplo, o fato de a minha pele ser, ou não, bronzeada assume um caráter subsidiário frente à irrelevância que isso terá para a formação do fenótipo de minha eventual prole. Ou seja, a oscilação do bronzeamento de minha pele não terá qualquer relação explicativa com a cor da tez de meus futuros filhos, fato que faz com que esse encadeamento de eventos se torne inócuo para o tipo de fenômenos que o darwinismo almeja explicar, a saber, a modificação de uma população ao longo do tempo. Como as modificações somáticas constituem “becos sem saída” na evolução de organismos com o nosso tipo reprodutivo, elas não passam de um mero ruído para o paradigma inaugurado por Darwin e sua ênfase na transmissão hereditária geracional a fim de explicar a evolução. Percebe-se, assim, que falar em seleção para indivíduos mais morenos *sem conectar essa seleção a uma variação hereditária* significa analisar esse processo seletivo sob uma ótica que não terá qualquer conexão explanatória com a modificação temporal ao longo das gerações, de modo que as seleções com essa serão existentes (já que haverá uma sobrevivência diferencial), porém negligenciáveis para o filtro teórico imposto pelo darwinismo. Isto é, serão processos seletivos marginalmente darwinistas. *Ceteris paribus*, quanto mais hereditariedade, mais darwinista será o processo, evidenciando ser a *darwinização* de um processo evolutivo um processo gradual.

Falar em *evolução darwinista* significa, então, enfatizar uma parcela dos eventos evolutivos como sendo especialmente proeminentes para a história da vida; parcela essa que assume *relevância teórica* precisamente por mapear a causalidade que melhor explica a trajetória evolutiva de longo prazo das formas vivas e suas especificidades. Até poderíamos

conjecturar nortes causais alternativos para a evolução biológica como, por exemplo, a indução ambiental direta proposta por Saint-Hilaire (Mayr, 1982, p. 362). Contudo, assim que atentamos para as evidências reunidas por disciplinas como a biogeografia e pela embriologia, constatamos a marca indelével que a transmissão hereditária, isto é, aquilo que Darwin chamava de *descendência com modificação*, legou para as formas vivas existentes no planeta Terra. Portanto, caso desejemos “salvar os fenômenos” sobre a disposição geográfica das espécies ou o fato do embrião humano possuir fendas branquiais na etapa inicial de seu desenvolvimento, não há como ignorar o poder elucidativo da perspectiva da descendência com modificação e a luz que ela lança sobre a evolução.

Uma consequência interessante que emerge da constatação darwinista de que as causas evolutivamente relevantes são hereditárias é a proeminência assumida pelo processo envolvido na conexão hereditária entre duas entidades, a reprodução. Isto é, se a hereditariedade assume um papel tão central na estrutura explicativa da dinâmica darwinista para a evolução, nada mais natural do que supor que o conceito de reprodução seja alçado ao centro das preocupações do programa de pesquisa darwinista, já que é precisamente o referido processo reprodutivo que instancia a hereditariedade necessária para uma evolução. Em outras palavras, a reprodução inicia a dinâmica darwinista, assumindo, portanto, um importante papel em suas explicações.

Por fim, creio que há mais um ponto a destacar sobre como os biólogos enxergam a evolução. Como sabiamente colocou Lewontin (1983), ainda que um sistema cosmológico como, por exemplo, uma estrela, passe por um processo de mudança digno do epíteto evolutivo, ele é um *tipo* de mudança essencialmente distinto daquele descrito por Darwin. Estrelas evoluem a partir de um processo descrito como *transformacional*, um processo em que a mudança é *regida pelas leis físicas para todos os membros de uma dada espécie*, com a transformação espacial se materializando de uma maneira que independe da estrutura em gerações do paradigma darwinista e da força causal das variações hereditárias.

Ao afirmarmos que o Sol irá evoluir até se tornar uma estrela gigante vermelha, daqui a aproximadamente cinco bilhões de anos, estamos asseverando um princípio em que todas as estrelas com aquele porte específico devem, necessariamente, passar. Como toda estrela, o Sol é uma esfera de plasma que se encontra em equilíbrio hidrostático entre a pressão interna decorrente da fusão do hidrogênio contido em seu núcleo e a atuação antagônica da força gravitacional oriunda da massa de seu corpo. Isto é, enquanto a pressão interna exerce sua influência na direção contrária à do núcleo, a força gravitacional aponta em sua direção, estabelecendo, assim, o referido equilíbrio de forças que cria a estabilidade solar. Como a

quantidade de hidrogênio contida no núcleo do Sol é finita e a taxa de sua fusão nuclear pode ser computada de maneira aproximada, o momento do rompimento do referido equilíbrio hidrostático pode ser razoavelmente inferido, demonstrando, assim, a previsibilidade de longo prazo do processo da evolução estelar, fato que a diferencia da imprevisibilidade da evolução darwinista.

Com apenas alguns ajustes, poderíamos fazer uma descrição semelhante para toda uma classe de estrelas semelhantes ao Sol, evidenciando que a materialização da dita evolução se encontra em um *processo interno e específico*, não em variações já existentes e inseridas em um contexto irreduzível como no caso do darwinismo. A evolução transformacional é, então, uma evolução prevista para toda uma *classe*, sendo que, no caso das explicações cosmológicas, o princípio que a materializa são as leis físico-químicas referentes ao gradual esgotamento do hidrogênio nuclear e ao conseqüente rompimento do equilíbrio hidrostático que a sustenta. Ao contrário do darwinismo, a evolução estelar não precisa descrever um ambiente altamente contextual e as variações contidas em seu conjunto evolutivo. Tudo o que ela deve fazer é explicar o punhado de princípios físico-químicos que materializam o processo evolutivo em cada individualidade englobada no conceito “estrela”.

Além do mais, evoluir de maneira transformacional significa passar por um processo de transformações temporais em que a sua materialização independe da presença de possíveis variações internas no conjunto que a entidade evoluindo faz parte. Na verdade, pode-se dizer que, para o *desenvolvimento* do Sol como uma estrela, é absolutamente irrelevante saber algo sobre as propriedades das outras individualidades estelares, ou seja, dos membros de sua classe. A história solar não passa de uma narrativa das transformações temporais referentes àquela entidade em específico, sendo que a explicação para essa evolução será baseada apenas em um apelo ao gradual esgotamento do hidrogênio nuclear e ao conseqüente rompimento do equilíbrio hidrostático que está por vir, fato que é universal para todas as estrelas. É precisamente esse apelo a esse quadro explicativo universal que nos habilita dizer que há algo como uma evolução estelar, isto é, que permite congrega a evolução do Sol em uma classe de processos evolutivos que chamamos “estelar”. De resto, as individualidades estelares e suas existências históricas são amplamente independentes entre si.

Conforme iremos observar, esse ponto introduz uma grande diferença para a evolução descrita por Darwin, um processo em que há uma nítida *conexão causal das individualidades que constituem o conjunto evolutivo*, sendo que é precisamente as diferenças existentes entre essas individualidades a “força” que propulsiona a mudança do conjunto ao longo do tempo. Não há, aqui, qualquer necessidade de invocar um processo interno análogo aos princípios

físico-químicos da evolução estelar para cumprir o papel de impulsionar a transformação temporal das entidades biológicas. No darwinismo, o catalisador evolutivo é a própria dinâmica variacional que emerge da interação demográfica das individualidades dentro de um conjunto evolutivo. Como observa Lewontin (1983, p. 106), o organismo é o sujeito do processo evolutivo, assim como seu objeto; isto é, ele protagoniza os eventos causalmente relevantes dentro do processo ao invés de, passivamente, sofrer a atuação de uma força externa que os põem em “movimento”, como no caso das estrelas.

Trazendo a noção da evolução transformacional para a biologia, temos como exemplo a teoria lamarckista, já que, nesta perspectiva, todos os indivíduos de uma dada espécie passariam pelas mesmas transformações em uma só geração através da atuação independente de um mesmo princípio catalisador que, no caso que irei citar, será o esforço dos animais. Quando uma população de girafas se esforça para esticar o seu pescoço e, com isso, modifica o panorama evolutivo de sua espécie, essas girafas o fazem dispensando completamente o passo estruturado a partir da acumulação de pequenas modificações ao longo das gerações, isto é, da seleção natural. Para evoluírem, essas girafas passaram, individualmente, a esticar seus pescoços, possibilitando, assim, a transmissão hereditária dos caracteres adquiridos ao longo de suas vidas para seus descendentes. Não há qualquer necessidade de um processo que enfatize a seleção de variações populacionais como uma constante causalmente eficaz ao longo das gerações. Na verdade, a própria noção de mudança estruturada de maneira geracional perde o sentido. O que vemos é um processo de *transformação* de uma classe denominada “girafa”, com os processos de modificação ocorrendo em suas individualidades de maneira *desconectada*, ou seja, um paradigma transformacional.

Como um processo essencialmente distinto, a teoria evolucionista de Darwin difere de todos os outros modelos propostos, até então, por ser o primeiro baseado no que Lewontin chama de princípio *variacional*, isto é, um princípio em que as entidades pertencentes a um dado conjunto diferem entre si em relação a certas *propriedades*, e são precisamente essas *variações* as responsáveis *causais* pela evolução dos componentes desse conjunto ao longo do tempo (1983, p. 31). Desse modo, são as *variações individuais* na dimensão espacial as responsáveis pela transformação qualitativa deste conjunto ao longo do vetor temporal. Criase, com isso, a necessidade de um conceito que operacionalize a existência deste “conjunto evolutivo” e sua dinâmica causal característica, e esse conceito veio sob o nome de *população*.

Para que possamos compreender a lógica do evolucionismo de Darwin, devemos apreender exatamente aquilo que o biólogo Ernst Mayr tentou definir a partir da noção de

“pensamento populacional” (Mayr, 1959, p. 28; Sober, 1980). Para Mayr, a proposta de Darwin não era meramente uma nova teoria, mas sim um novo *tipo* de teoria que teria emancipado o conceito de espécie da busca por “*propriedades essenciais*”, isto é, propriedades capazes de fornecer os critérios inequívocos para um *diagnóstico* apto a abarcar *todos* os indivíduos pertencentes àquela categoria, precisamente por partir desta nova maneira de pensar, o pensamento populacional (Mayr, 1959, p. 28). É a partir do pensamento populacional que a *ideia de uma classe denominada espécie é posta de lado em favor das variações materiais das entidades biológicas*. Nesse sentido que o darwinismo foi a primeira abordagem científica para a evolução: saíam as ideias que representavam essas classes, e entravam em cena as diferenças *materiais* como a ênfase das pesquisas do processo evolutivo.

Tendo estabelecido que o processo evolutivo se materializa através de um processo de reprodução diferencial, restava esclarecer como exatamente a dinâmica em questão é colocada em movimento. Em outras palavras, quais são as *causas* do surgimento dessas qualidades distintas e, por consequência, da evolução da biota? É exatamente nesse ponto que entra a noção *populacional*. Ao encarar a população como uma entidade com uma dinâmica própria, o darwinismo passa a tratar as variações nela contidas, não como meros desvios do tipo essencial, mas sim como uma constante *causalmente eficaz*, tratando as diferenças materiais como a causa que coloca a evolução em movimento.

As variações não são mais *causadas* por parvos acidentes de percurso que foge do plano da natureza; na verdade, essas variações passam a causar, elas mesmas, uma *dinâmica populacional* que constitui o próprio objeto do darwinismo, o local em que as generalizações explicativas que o transformam em um discurso científico podem ser adquiridas: generalizações darwinistas são generalizações de uma *dinâmica populacional* com uma *eficácia causal própria*, pois, em uma população onde as individualidades variam entre si, inevitavelmente iniciar-se-á uma dinâmica seletiva, sendo as distinções em relação a certas propriedades as *causas variacionais* da modificação populacional ao longo do tempo.

Podemos observar, então, que, com Darwin, a individualidade dos componentes passa a constituir a realidade fundamental, com o conjunto, isto é, a classe, sendo a ela subordinada. A partir de um processo algorítmico de baixo para cima, as variações se tornam as verdadeiras *causas* para a especificidade da vida ao ensejar uma dinâmica de transformação com uma causalidade peculiar. Percebe-se, assim, que Darwin delineou um mecanismo evolutivo focado essencialmente nas especificidades de um tipo de variedade individual. Eram esses *indivíduos darwinistas* e as suas variações os verdadeiros gladiadores de sua “luta malthusiana pela vida”. Eram eles, portanto, os alvos do processo seletivo, ou seja, as

chamadas *unidades da seleção natural*. Resta, porém, especificarmos exatamente quais são os tipos de entidades que se qualificam para essa individuação darwinista no seio daquilo que chamamos de população.

## 1.2 As populações darwinistas

Como primeiro passo para compreendermos a lógica do funcionamento de um conjunto legitimamente darwinista, creio que devemos entender a razão para as propostas de Darwin assumir uma dimensão tão inovadora na época de sua proposição. Como bem colocou Mayr (1988, p. 225), a verdadeira inovação de Darwin não se resumia a imputar uma visão competitiva ao mundo natural. Afinal, pensadores como Hobbes (1651) e, posteriormente, Malthus (1826), já haviam esboçado visões de uma natureza onde a vida assumiria os traços de ser essencialmente “solitária, pobre, sórdida, brutal e curta”. A violenta competição não constituía, por si só, uma revolução intelectual. A verdadeira contribuição de Darwin foi enxergar essa competição ocorrendo entre os membros de uma *população*, com a competição assumindo contornos inerentemente reprodutivos em uma dinâmica demográfica nitidamente intraespecífica, isto é, entre os membros da mesma espécie.

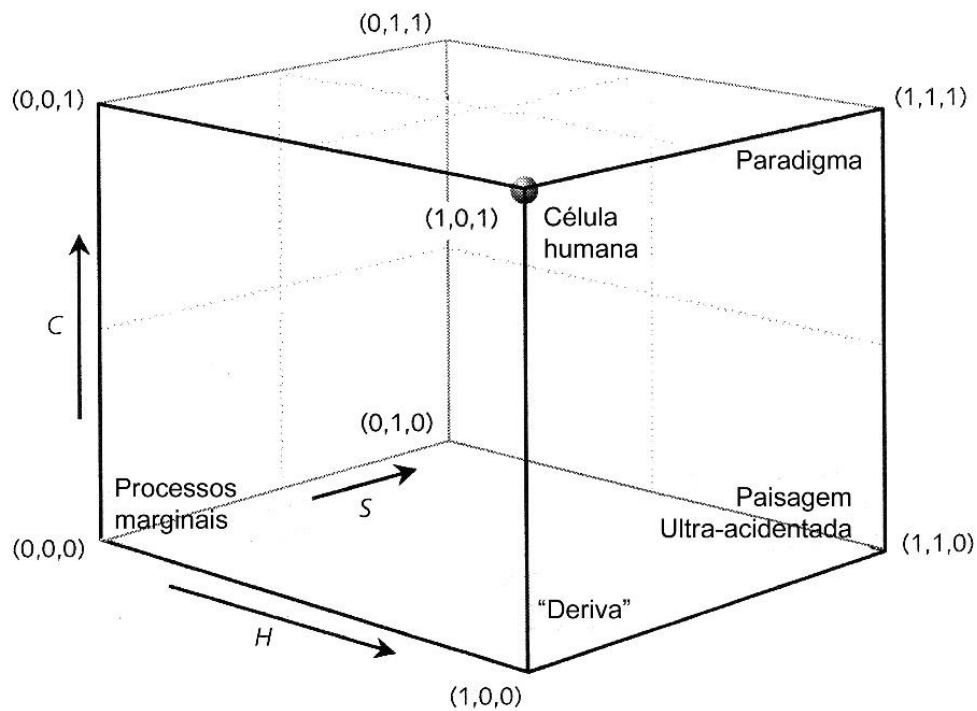
Antes de Darwin, a brutalidade contida na concepção de “luta pela vida” assumia um caráter essencialmente conservador, com as espécies duelando entre si como um sangrento componente do “balanço da natureza”. Por exemplo, apesar de existir uma evidente crueldade contida na visão de uma alcateia rasgando a carne de um cervo, não havia ali nenhuma força capaz de verdadeiramente *modificar* a estrutura do mundo vivo. Lobos comiam cervos *para* manter sua população em um limiar previsto nesse “balanço” estabelecido para as entidades biológicas. Funcionavam, então, como verdadeiras engrenagens na ordem instituída, forças inerentemente conservadoras que atuavam na preservação do sistema (Mayr, 1988, p. 142).

Com Darwin, essa competição passou a assumir uma feição inerentemente “subversiva” ao induzir a transformação no contexto da própria espécie. Era uma “luta pela vida” nitidamente intraespecífica, isto é, no seio de uma determinada espécie, onde um “duelo reprodutivo” entre os indivíduos referentes àquela população ocorria, propulsionando, assim, a sua evolução. A falácia de interpretar Darwin como uma mera extensão de Malthus peca justamente por obnubilar esse vital componente da lógica interna da teoria.

Evidentemente, falar em processos intraespecíficos descritos como populacionais requer uma definição daquilo que entendemos por população, estabelecendo, então, os *requisitos mínimos* necessários para que uma coletividade possa assumir os traços

genuinamente darwinistas que nos preocupamos em nossa análise, isto é, para que ela possa constituir o típico *conjunto de individualidades* em que a dinâmica variacional e hereditária do processo evolutivo descrito por Darwin se concretize. Populações constituiriam, assim, o *locus* da manifestação daquilo que chamaremos de *dinâmica darwinista* para a evolução (Michod, 1999). Onde quer que encontremos individualidades com variações hereditárias se reproduzindo diferencialmente, estaremos lidando com um *conjunto com causas essencialmente populacionais para sua evolução*, ou seja, estaremos diante de *populações legitimamente darwinistas* (Godfrey-Smith, 2009).

**Figura 1 - Espaço darwinista para a evolução.**



Legenda: Significado das variáveis: H= fidelidade da herança; C= continuidade da aptidão;

S= dependência das diferenças reprodutivas em relação às propriedades intrínsecas.

Fonte: Adaptado de Godfrey-Smith (2009, p. 64, fig. 3.1).

Um ponto importante para apreender a dinâmica das populações darwinistas é se conscientizar que as variáveis que as definem possuem uma natureza essencialmente *gradativa*. Portanto, entre os casos marginais e os paradigmáticos, há um mundo de intermediários, algo que tem consequências dramáticas para todo o estudo da evolução. É diante dessa realidade difusa que Godfrey-Smith propõe aquilo que ele chama de *espaço darwinista*, um gráfico multidimensional, expresso na Figura 1, organizado de acordo com as variáveis relevantes para a definição de uma população com a dinâmica evolutiva imaginada



por Darwin (2009, p. 64). Trata-se de uma ferramenta ideal para nos posicionar diante da natureza difusa das populações darwinistas, já que ela nos habilita lidar até mesmo com os casos limítrofes de processos evolutivos marginais. Conforme formos avançando em nossa exposição sobre a seleção natural, introduziremos as variáveis que compõem esse espaço, bem como salientarei seus aspectos relevantes para a *darwinização* de uma evolução.

De volta à natureza das populações, é preciso enfatizar que o conjunto darwinista que examinamos aqui possui uma natureza essencialmente *sui generis*. *Populações darwinistas* não são coletividades reunidas simplesmente sob o argumento de partilharem propriedades em comum. Ao contrário dos coletivos que geralmente denominamos populações, em que o pertencimento a um dado conjunto humano é auferido de maneira relativamente simples e, geralmente, livre de ambiguidade, os coletivos darwinistas que carregam a alcunha populacional se notabilizam por ser um conjunto complexamente *conectado* entre si como um tipo de *unidade natural*, ou seja, um conjunto onde uma multiplicidade de fatores atua como uma espécie de *cola entre suas individualidades* (Godfrey-Smith, 2009, p. 49).

Enquanto é relativamente simples saber que, salvo certas exceções, a população brasileira será composta pelos indivíduos nascidos dentro das fronteiras geográficas daquilo que chamamos de Brasil, os coletivos darwinistas possuem fronteiras incertas e multifatoriais, mas que, ainda assim, estarão conectados a partir de critérios teóricos específicos. Quanto mais conexão nós tivermos entre nossas individualidades em um dado conjunto, mais próximos dos exemplos paradigmáticos do espaço darwinista elas estarão e, por consequência, mais darwinista será a sua evolução.

Resta, porém, estabelecer quais são os fatores considerados nessa conexão causal entre as individualidades que compõem um legítimo conjunto darwinista. Considerando critérios teóricos, Godfrey-Smith aponta dois parâmetros geralmente tidos como fundamentais para costurar essa população em uma unidade legítima: o sexo, através da formação de uma *linhagem reprodutiva* temporalmente conectada, e os fatores de *interação ecológica* que resumiriam aquilo que Darwin chamaria de “luta pela vida” e que a ecologia contemporânea definiria como nicho ecológico (2009, p. 49)<sup>3</sup>.

Sobre esse ponto, é válido recordar que o espaço darwinista é um espaço multidimensional. Dessa forma, a ausência de uma única variável não significa dizer que uma população não possa ter os traços de um caso paradigmático dentro desse gráfico, muito

---

<sup>3</sup> Nicho ecológico é definido da seguinte maneira: “A variação de combinações de todas as variáveis ambientais relevantes sob as quais uma espécie ou população pode persistir, frequentemente, mais livremente usado para descrever o ‘papel’ de uma espécie ou os recursos que ela utiliza” (Futuyma, 1998, p.769).

menos que casos que se afastam dos paradigmas não tenham um “quê” de *darwinização*. Afinal, essa é a própria razão de ser da utilização da ferramenta de um espaço gráfico de representação contínua. É por essa natureza multifatorial e gradativa que a evolução de organismos assexuados como as bactérias pode se estruturar de maneira paradigmática, ainda que grande parte dos biólogos não considere que elas formem uma espécie biológica *stricto sensu* (Mayr, 2000).

Bactérias estariam evolutivamente conectadas entre si a partir de uma multiplicidade de fatores relacionados ao modo de interação ecológica que aquele *tipo de individualidade* estabelece com o meio ambiente, definindo, assim, um critério lógico para apontarmos que as individualidades em questão estão imersas em um caso exemplar da “luta pela vida” darwinista. Em outras palavras, estariam evoluindo de maneira inequivocamente paradigmática dentro de nosso espaço darwinista, mesmo que não formem um agrupamento definido como espécie. A moral dessa história é que o posicionamento de um caso dentro do espaço darwinista é essencialmente multifatorial e complexo, sendo que a própria natureza dos fatores relevantes dentro desse gráfico tende a ser gradativa, fato que só ressalta a importância de analisarmos os processos a partir de uma ótica espacial que reconheça toda essa riqueza gradual entre as variáveis que definem a natureza de seus entes.

Quanto a esse *modo de interação ecológica específica* que constitui a luta pela vida de Darwin, é interessante constatar a maneira através da qual ela enseja o processo competitivo que inicia a dinâmica variacional característica da evolução de uma população darwinista. Como coloca Godfrey-Smith (2009, p. 51), há dois modos que podemos falar que certas entidades se encontram em uma espécie de “competição evolutiva”. A primeira, de uma maneira fraca, não condiciona o sucesso evolutivo de um tipo A que, digamos, tenha deixado quatro descendentes para a próxima geração, aos resultados obtidos por um tipo B, que tenha deixado dois descendentes. Já que não há qualquer conexão entre o sucesso reprodutivo obtido por esses indivíduos, a única maneira que podemos afirmar que eles “competiram evolutivamente” é através de uma análise *comparativa e absoluta* dos resultados reprodutivos dos dois tipos, em outras palavras, de sua aptidão. Dessa forma, o “lugar” ecológico preenchido pela reprodução do tipo A não tem qualquer relação com o “lugar” ocupado pelo tipo B. Tudo o que podemos afirmar é que a *aptidão absoluta* de A é numericamente superior à de B, sem, com isso, nos comprometermos com qualquer conexão causal competitiva entre essas individualidades. Resumindo, eles não estão competindo evolutivamente de maneira direta.

Por outro lado, temos a competição evolutiva em um sentido forte, uma competição em que há uma nítida conexão entre quantos descendentes os indivíduos de um tipo A irão deixar para a próxima geração frente aos de um tipo B, ou seja, a aptidão de cada tipo é *relativa* à do outro por esses estarem competindo em relação a um determinado nicho ecológico. Isso significa dizer que, não só o sucesso reprodutivo *diferencial* de A em relação ao de B lhe permite afirmar que ele teve mais descendentes do que a sua contraparte, mas também que ele teve mais descendentes do que teria tido *caso ele não estivesse sendo favorecido pela seleção natural*. Resumindo, o sucesso evolutivo de A se alimenta do insucesso de B, e vice-versa.

É nesse segundo sentido de competição que teríamos a manifestação da famosa “luta pela vida” darwinista, já que os indivíduos do tipo A preenchem o “lugar” ecológico que estaria em disputa com os do tipo B nessa contenda pela representação na próxima geração da biota. É dessa maneira que emerge a dinâmica variacional da evolução darwinista: através de uma competição reprodutiva entre as variedades em relação a um *modo de vida específico*.

Voltando à noção de “luta pela vida”, é válido ressaltar que os conceitos de “luta” e “competição” assumem uma feição inerentemente metafórica dentro do darwinismo, um paradigma em que a manifestação desse jogo competitivo da reprodução e da sobrevivência *não precisa implicar um embate físico direto, ou seja, em uma luta corporal*. Como disse o próprio Darwin (1859) sobre o conceito de “luta pela existência”: “Devo advertir que emprego o termo luta pela sobrevivência num sentido lato e metafórico, que inclui a dependência de um organismo relativamente a outro, e, o que é mais importante, abrange não apenas a vida do indivíduo, mas também o seu sucesso em termos de procriação. Pode afirmar-se, sem dúvida, que dois canídeos, em tempos de escassez, lutam um com o outro pelos alimentos necessários à sua existência. Mas diremos que uma planta à beira de um deserto luta contra a seca pela sua vida, mesmo que fosse mais próprio dizer que a planta depende da umidade”<sup>4</sup>.

Conforme iremos observar nos próximos capítulos, o início da história do debate sobre os níveis da seleção natural está indelevelmente marcado pela percepção de que o darwinismo se resume a uma a visão exclusivamente beligerante do mundo natural, tendo na natureza rubra em dente e garras de Tennyson (1850) a sua mais fiel representação. Diante dessa

---

<sup>4</sup> “I should premise that I use this term in a large and metaphorical sense including dependence of one being on another, and including (which is more important) not only the life of the individual, but success in leaving progeny. Two canine animals, in a time of dearth may be truly said to struggle with each other which shall get food and live. But a plant on the edge of a desert is said to struggle for life against the drought, though more properly it should be said to be dependent on the moisture” (Darwin, 1859, p. 62).

interpretação, alguns autores (cf. Browne, 2002) passaram a encarar a oposição ao paradigma da “luta pela vida” como uma espécie de corolário moral, como se o único modo de salvar a decência e a bondade do mundo fosse através do abandono da ótica teórica proposta por Darwin. Contudo, é absolutamente falacioso imputar ao paradigma darwinista uma visão exclusivamente marcial sobre a história da vida.

Conforme observamos através das palavras do próprio Darwin, “lutar” assume um significado muito particular dentro do darwinismo, um significado vinculado a um processo de reprodução e sobrevivência diferencial em relação a um modo de vida específico que, dependendo do contexto, pode facilmente incluir a cooperação e os mais belos atos de abnegação como comportamentos característicos. Pensar que o darwinismo se resume a uma imagem cínica e cruel sobre a dinâmica natural constitui um grave, e comum, engano dentro da análise de nosso debate, de modo que julgo oportuno alertar o leitor sobre essa possível confusão desde já: a seleção natural é perfeitamente compatível com a *cooperação*, desde que especifiquemos as condições necessárias para sua evolução.

### 1.3 A dinâmica das populações darwinistas

Falar sobre um processo que envolva algo como uma “seleção natural” entre entidades que sequer conseguimos delimitar impõe a si a tarefa de especificar o que os biólogos entendem por “seleção”. À primeira vista, ser “selecionado” parece implicar alguma forma de distinção qualitativa *entre as opções existentes*. Ou seja, o ente deve se distinguir *de seus pares* por suas qualidades *individuais*, qualificando-se em um processo específico que, na biologia evolutiva, é a representação numérica na biota através de uma *reprodução diferencial contextualizada*. Como disse o filósofo Robert Brandon (2008), é com a reprodução que a biologia adquire o seu objeto de estudo. Ficamos, então, com a pergunta: quais as especificidades do uso biológico do conceito de “seleção”?

Em uma análise intuitiva, ser selecionado parece denotar uma escolha psicologicamente orientada, isto é, uma legítima expressão de um “*telos*”, em que um agente capaz de *exercer* esta seleção molda até mesmo o mais ínfimo detalhe do processo seletivo. Corroborando essa visão, o dicionário define “selecionar” como o mesmo que efetuar uma escolha “[...] sob a ação do *raciocínio* e fundamentada nos *motivos do fim a que se mira*” (Garcia, 1964, p. 3685).

No entanto, conforme observamos, o mecanismo proposto por Darwin parte de uma dinâmica de reprodução diferencial completamente acéfala, ou seja, carente de um

direcionamento planejado, de modo que o emprego do conceito tão psicologicamente contaminado como “seleção” pode gerar algumas confusões indesejadas. Considerando que o mero uso da palavra “seleção” em um país como Brasil imediatamente evoca a ideia da seleção brasileira de futebol, penso que podemos explorar o processo da escolha dos nossos representantes futebolísticos para iluminar as distinções e as semelhanças existentes entre essas duas maneiras de se “selecionar”, isto é, entre uma escolha psicologicamente orientada e o mecanismo da ‘mudança evolutiva postulado por Darwin.

Enquanto o treinador da seleção brasileira se orienta a partir de alguns preceitos *lógicos* para obter o “fim a que se mira”, a dinâmica do mecanismo darwinista é essencialmente cega, em outras palavras, não direcionada. Portanto, ao escolher alguns jogadores para uma posição específica como, por exemplo, a de goleiro, o treinador busca suprir certas necessidades que, no caso, se resumiriam ao fato de os atletas em questão serem capazes de evitar que a bola passe pela linha das balizas defendidas por seu time. Tomando como base alguns critérios que possa ajudar os atletas nessa tarefa, como altura, agilidade, impulsão e envergadura, o treinador é capaz de conduzir essa triagem e, enfim, eleger o grupo de goleiros mais aptos para a posição.

São os critérios humanos que determinam os traços salientados nessa seleção. Por exemplo, caso ocorra uma troca de treinadores na seleção brasileira e o treinador atual tenha uma preferência por goleiros mais altos do que o anterior, haverá uma “evolução” na média de altura dos goleiros de nossa seleção por conta da alteração dos critérios psicológicos utilizados na sua formação.

Diante do exemplo citado, a analogia que Darwin realiza (sobretudo no primeiro capítulo de *A Origem das Espécies*) entre o mecanismo para a mudança evolutiva e uma escolha psicologicamente orientada torna-se evidente, com o processo de seleção das variedades desejadas empreendidas pelos criadores de espécies domesticadas constituindo o exemplo mais óbvio dessa estrutura seletiva dentro do universo biológico. Assim como os criadores estariam selecionando as variedades por conta das propriedades que as tornaram mais atraentes diante de seus critérios psicológicos em uma “seleção artificial”, também a “natureza” se estruturaria de uma maneira inerentemente “seletiva” ao preservar diferencialmente as variações mais aptas dentro do processo da “luta pela vida”. Da mesma maneira que a modificação da seleção brasileira ocorre pela escolha sistemática através das convocações, também a média de uma característica de um produto agrícola ou de um animal doméstico pode mudar por conta do crivo humano ao longo das gerações, embasando a suficiência transformativa de uma estrutura seletiva ao longo do tempo. *Mutatis mutandis*, o

mesmo raciocínio se aplicaria para as “seleções” efetuadas pela natureza, confirmando o seu papel como a causa determinante para a formação da diversidade da vida.

Sendo assim, o objetivo do primeiro capítulo de *A Origem das Espécies* teria sido convencer o leitor da suficiência causal que uma estrutura seletiva iria ter na modificação das formas vivas a partir de um processo conhecido e bem registrado. Afinal, ninguém duvidava do poderio exercido pela seleção humana nas transformações das linhagens domesticadas ao longo de sua história evolutiva. Tudo o que Darwin advogava era a mesma capacidade transformativa para o mecanismo que ele nomeou de “seleção natural”: se a seleção humana poderia modificar as características das espécies ao longo do tempo, era apenas razoável supor que a “seleção” realizada pela natureza pudesse efetuar os mesmos efeitos ao longo da vastidão do tempo geológico.

Entretanto, a analogia do processo darwinista com uma escolha psicológica parece nos legar um paradoxo. Conforme observamos, a obra de Darwin se notabilizou precisamente por sua capacidade de naturalizar os processos antes tidos como propositais. Foi o seu mecanismo da seleção natural que viabilizou o tratamento científico do devir meramente natural da complexidade dos fenômenos biológicos, de modo que a sua analogia com uma decisão proposital pode soar como um disparate. Não surpreende, portanto, o fato de Wallace advogar pela substituição do termo “seleção natural” e sua conotação “psicológica” em favor da famosa fórmula spenceriana que, pretensamente, expressava a ideia da seleção natural em “termos mecânicos” (Spencer, 1864, p. 444): a sobrevivência dos mais aptos.

A saída para o aparente paradoxo se apresenta ao constatarmos que *certos modelos* selecionistas *mimetizam* o processo da escolha psicológica ao apelar para variáveis ambientais relativamente constantes como, por exemplo, no modelo que explica o surgimento das famosas *adaptações biológicas*. Quando um urso-polar de pelagem branca é favorecido frente aos outros tipos de coloração existentes em uma população, o aparente “encaixe” entre a sua cor e a neve de seu ambiente parece sugerir algum tipo de escolha, mas sabemos que, diante da lógica darwinista, o processo se efetuou através de meios unicamente naturais, isto é, a partir da reprodução diferencial das variáveis mais aptas no ambiente em questão. Considerando que a tonalidade branca da neve é um fator constante no ambiente que a evolução da linhagem dos ursos-polares ocorre, há certa estabilidade nessa variável da aptidão, fazendo com que a constância da pressão seletiva se estabeleça. *Ceteris paribus*, indivíduos brancos que venham a surgir através de mutações completamente aleatórias serão os favorecidos no processo seletivo, criando, com isso, a miragem da existência de uma *escolha orientada*. Na verdade, conforme acabamos de observar, em alguns casos a escolha

psicológica por características desejadas pelo homem na agricultura e nos animais domésticos literalmente moldou a evolução biológica de maneira direta como, por exemplo, nos processos de seleção artificial. Basta compararmos um lobo com um poodle para que observemos as enormes influências que esse processo seletivista “de cima para baixo” teve na história desta linhagem. Por escolhas guiadas por critérios diversos, uma linhagem que, inicialmente, era morfologicamente semelhante a um lobo foi, aos poucos, adquirindo os traços do morfotipo que chamamos de poodle.

Contudo, conforme pontua Michod, nem todos os modelos caracterizados como seleção natural possuem a estrutura regular de uma escolha psicológica (1999, p. 14). Uma profunda diferença que emerge entre essas duas maneiras de se selecionar é que as escolhas psicológicas tendem a ser estáveis, isto é, a seguir preceitos relativamente bem definidos que vêm a atingir resultados minimamente similares, ao passo que o mesmo não é uma necessidade para todos os modelos de evolução por seleção natural.

Por exemplo, quando selecionamos nossos alimentos nas prateleiras do mercado, produzimos uma lista que, apesar de sofrer certas modificações ao longo do tempo, tende a manifestar uma preferência relativamente clara e padronizada. Até podemos variar na escolha dos sucos, refrigerantes ou bebidas alcoólicas que pretendemos consumir, mas, ainda assim, estaríamos diante de uma categoria definida de maneira clara e distinta, a das bebidas. A mesma estabilidade dos critérios seletivos não necessariamente se verifica no processo da seleção natural, em que uma modificação das propriedades sendo salientadas dentro do processo seletivo é a própria razão de ser da modificação da biota. Resumindo, a dinâmica seletiva inclui processos mais amplos do que os resultados de uma escolha psicológica.

Consideremos, por exemplo, o processo da seleção dependente de frequência responsável pela manutenção da proporção 1:1 observada na distribuição entre os sexos de algumas espécies na natureza. Nesses casos, a proporção se dá devido à vantagem relativa do sexo mais raro, ou seja, o sexo mais raro é sempre o favorecido, criando, com isso, uma tendência para um equilíbrio dinâmico nas proporções populacionais. Evidentemente, “ser o mais raro” é uma propriedade essencialmente relativa, ou seja, que não diz respeito às qualidades intrínsecas de cada entidade. Enquanto o sexo for o mais raro, ele será, também, o favorecido pela seleção natural, demonstrando que a dinâmica da seleção é substancialmente mais rica do que análogos das escolhas psicológicas. A ênfase do processo não está nas propriedades dos indivíduos, mas sim em sua frequência dentro de uma população, isto é, uma propriedade populacional.

Dessa forma, basta modificarmos as condições para alterarmos também o sexo tido como o mais apto, fato que torna a aptidão uma característica um tanto quanto efêmera e, portanto, a antítese da expressão fiel de um critério psicológico. Podemos observar que a estabilidade das propriedades selecionadas não é uma necessidade dentro dos processos salientados pelo darwinismo, considerando que um caso paradigmático de evolução por seleção natural, como a seleção dependente de frequência, se notabiliza precisamente por uma dinâmica em que o mais apto depende da distribuição das frequências populacionais.

Concluimos, então, que em nosso primeiro contato com o conceito de aptidão, o aspecto que se torna saliente é o fato de que os processos com consequências evolutivas *nem sempre* serão análogos a uma escolha psicológica *proposital*, sendo a dinâmica populacional um processo substancialmente mais rico em suas possibilidades. Ser selecionado na natureza decorre de um complexo de interações de causa e efeito com o ambiente e suas subsequentes consequências reprodutivas, de modo que não há nada na existência desta dinâmica que enfatize a necessidade do estabelecimento de estratégias duradouras como única maneira possível de se tornar “o mais apto”. Ser o mais apto resulta de uma dinâmica substancialmente mais rica do que a simples mimetização de uma escolha psicológica, de forma que, para apreendermos o darwinismo em toda sua riqueza de detalhes, devemos atentar para essa dinâmica em sua completude. Nesse intento, vejamos algumas tentativas históricas de resumir os aspectos essenciais à operação do mecanismo da seleção natural.

#### 1.4 Os resumos abstratos e a seleção natural

Segundo Godfrey-Smith (2007; 2009, p.17), uma das principais maneiras de abordar o conceito de evolução por seleção natural é justamente tentar, como Spencer e seu dito sobre a “sobrevivência dos mais aptos”, confeccionar uma espécie de *resumo abstrato* que contenha os componentes essenciais para o funcionamento da engrenagem seletiva. As tentativas de definições sucintas supostamente visam expressar o âmago de um pensamento, sendo, por isso, a maneira ideal de iniciarmos nossa empreitada para tentar definir as especificidades do processo seletivo e salientar os seus pontos verdadeiramente essenciais. Contudo, como em qualquer tentativa de definição dos fenômenos investigados pela ciência, ficamos espremidos entre a busca por uma demarcação mais precisa, isto é, uma que exponha somente os termos estritamente necessários e o de uma exposição mais completa, uma que contemple cada detalhe do processo analisado.



Definições como a oferecida por Spencer podem, indubitavelmente, ser colocadas no extremo que tenta definir muito, com muito pouco. Afinal, como tantos críticos apontaram ao longo da história, a apelação usual para fórmulas apressadas como, por exemplo, o dito da “sobrevivência dos mais aptos”, priva a teoria de todo o seu considerável poder explicativo, reduzindo-a, com isso, a uma tautologia insossa (Popper, 1974). Se o termo aptidão é utilizado de maneira explicativa e, ainda assim, é definido a partir da própria sobrevivência, tudo o que nos resta é a nada esclarecedora frase afirmando que “os sobreviventes sobrevivem”.

Outra fraqueza da definição spenceriana refere-se ao fato desta equacionar o darwinismo com um processo que envolve meramente a “sobrevivência” quando, na verdade, os evolucionistas utilizam o termo teórico “aptidão” como uma medida extremamente complexa e contextualizada cujo parâmetro mais importante é a taxa de reprodução. Talvez esse tipo de apresentação seja útil como um recurso mnemônico ou, até mesmo, pedagógico. Mas certamente eles não trazem qualquer consolo para quem está atrás de respostas elaboradas como as que nós buscamos.

Como fundador do evolucionismo contemporâneo, Darwin foi o artífice de definições significativamente mais elaboradas do que a simplória tentativa de Spencer, tecendo diversas descrições explícitas para o processo da “luta pela vida”. Em seu famoso último parágrafo de “*A Origem das Espécies*”, ele nos concede um dos mais límpidos exemplos: “Falo, no sentido mais lato, da *lei do crescimento com reprodução*, da *lei da hereditariedade*, que está quase implícita na reprodução, da *lei da variabilidade*, resultante da ação direta e indireta das condições de vida, e do uso e desuso das partes e dos órgãos, da *lei do aumento das populações em progressão geométrica*, que é tão elevado que conduz os indivíduos à *luta pela sobrevivência*, e que tem como consequência a *seleção natural*, que provoca a *divergência de caracteres* e a *extinção* das formas menos aperfeiçoadas” (Darwin, 1859, p. 489)<sup>5</sup>.

Portanto, de uma fórmula que inclui reprodução, variação e a famosa “luta pela vida” darwinista, a seleção natural emerge como uma *consequência direta* ou, como disse August Weismann, como uma *necessidade lógica* (Godfrey-Smith, 2009, p. 18). Não há qualquer necessidade de supor algo análogo a uma escolha dentro de um processo estritamente

---

<sup>5</sup> “These laws, taken in the largest sense, being Growth with Reproduction; Inheritance which is almost implied by reproduction; Variability from the indirect and direct actions of the conditions of life and from use and disuse: a Ratio of Increase so high as to lead to Struggle for Life, and as consequence Natural Selection, entailing Divergence of Character and the Extinction of the less-improved forms” (Darwin, 1859, p. 489).

mecânico como esse. A ênfase do processo recai, única e exclusivamente, na dinâmica variacional do mecanismo seletivo e as consequentes modificações na estrutura populacional que dela decorrem, sendo esse o âmago do darwinismo.

Trazendo a formulação de resumos abstratos para a contemporaneidade, podemos citar a apresentada em um dos livros-texto mais populares da atualidade, o de Mark Ridley (2004). Para Ridley, a evolução por seleção natural requer *quatro condições*: i) -Reprodução - para que as entidades formem uma nova *geração* ii)- hereditariedade, com “similar produzindo similar”, iii)- variação entre caracteres individuais, fornecendo a matéria-prima para a seleção, iv) - variação da aptidão do organismo de acordo com seu estado quanto a um caráter herdável, com as diferenças fenotípicas se manifestando em uma dinâmica evolutiva coerente (2004, p. 104).

Por fim, podemos citar o resumo abstrato proposto por Lewontin (1985a), versão que iremos utilizar ao longo do trabalho. Ao invés de apelar para significados vagos relativos a termos como “herança” e a “luta pela vida”, Lewontin clarifica as coisas ao conceder-lhes uma interpretação inerentemente estatística. Para que uma população possa evoluir através do mecanismo da seleção natural, os *entes* que a compõe devem, *necessariamente*, apresentar as seguintes características: i) - variações fisiológicas, morfológicas e comportamentais no chamado princípio da variação; ii) -essas variações devem ser em parte hereditárias, de forma que os entes aparentados se assemelhem, em média, mais entre si do que com membros aleatórios da população. Em especial, os pais devem se assemelhar de maneira ainda mais fidedigna com os seus descendentes através do chamado princípio da herança; iii) - por fim, é preciso que os variantes dentro de uma população deixem um número diferente de descendentes em relação aos seus pares, seja nas gerações imediatas ou nas mais remotas (isto é, aptidão diferencial através do princípio da seleção natural).

Ao destrincharmos as proposições de um resumo como o de Lewontin, percebemos que ele pressupõe a existência de algumas noções: a reprodução e a individualidade. Afinal, herança, gerações e descendentes são conceitos inerentemente vinculados a processos reprodutivos, no qual algum tipo de processo causal está ensejando a *origem cíclica de uma forma de individualidade*. Diante dessa percepção, podemos impor certa ordem a esses conceitos ao concluirmos que indivíduos darwinistas devem, necessariamente, formar *linhagens reprodutivas*, pois é a partir delas que a dinâmica de Darwin e suas interessantes consequências evolutivas baseadas na competição emergem. São as linhagens reprodutivas que ensejam a dinâmica com variação, hereditariedade e diferenças de aptidão imaginadas por

Lewontin, sendo a individualidade darwinista definida precisamente pela presença *dessas características*.

Dessa forma, qualquer entidade que não possua esses ingredientes fundamentais pode ser excluída de nossa lista dos possíveis candidatos ao posto de indivíduos darwinistas e, por consequência, de alvos da seleção. Por exemplo, em uma concepção liberal de individualidade, até poderíamos analisar algo como um ecossistema de acordo com propriedades que desejassemos destacar. Contudo, como ecossistemas não formam linhagens que variam, estabelecem vínculos hereditários e evoluem por uma dinâmica ensejada pela diferença de aptidão, podemos excluí-los de nosso rol *darwinista* de indivíduos evolutivos. Ao menos em uma ótica darwinista, um ecossistema não é o tipo de entidade que desejamos analisar. Desenvolveremos mais sobre esse tópico no próximo capítulo.

Outro ponto importante que pode ser percebido é que os resumos oferecidos como aquele ofertado por Lewontin (1985a) é que eles se configuram como uma receita abstrata para a mudança darwinista que lida essencialmente com *um único processo para a dinâmica evolutiva*. Para haver evolução por seleção natural, basta existir uma população na qual existam variações hereditárias com diferentes valores de aptidão, ou seja, uma população evolutiva constituída por um único tipo de processo variacional. Nesse ponto, essa perspectiva dos resumos abstratos entra em conflito com uma abordagem alternativa para o processo evolutivo, surgida por volta da década de 1980. A partir dos escritos de Richard Dawkins (1976, 1982) e David Hull (1980), estabeleceu-se uma *necessidade teórica* por dois processos para que uma dinâmica se tornasse legitimamente evolutiva: *interação e replicação*.

Por um lado, uma entidade seria a responsável pela *interação* com o meio ambiente que ocasionaria o processo da seleção em si, com os chamados *veículos* (Dawkins, 1976, 1982) ou *interagentes* (Hull, 1980, 1988, p. 217). Por outro, teríamos a unidade da transmissão hereditária, isto é, a responsável pela variação populacional denominada *replicador*. Contrastado ao único processo da versão de Lewontin (1985a), esse enfoque em dois processos distintos apresenta exigências formais muito mais específicas, já que um replicador restringe consideravelmente a possibilidade prática do processo de transmissão hereditária ao inserir uma equivalência entre a *replicação da estrutura de uma entidade* e o vínculo hereditário entre uma geração e outra. Conforme veremos em detalhes mais a frente, a ênfase em uma única dinâmica evolutiva exige apenas que exista uma *semelhança estatística e comparativa* entre os pais e seus descendentes, não importando os meios utilizados para sua produção. Caso a semelhança geracional se estabeleça de uma maneira que independa da replicação, a dinâmica darwinista se materializaria da mesma maneira, demonstrando que a

replicação de uma estrutura não é uma necessidade teórica do darwinismo. Em outras palavras, a versão de Lewontin (1985a) é substancialmente mais liberal do que a sua rival quanto ao tipo de entidade que pode ser caracterizada como darwinista, restando ao paradigma do replicador o ônus da prova de que a replicação é o único método reprodutivo instanciado na vida da Terra. Em suma, já que um replicador não é uma necessidade teórica, ele deve comprovar o seu mérito na prática, ou seja, empiricamente.

Na verdade, como mostra Godfrey-Smith (2009, p. 24), não há qualquer necessidade teórica que duas entidades populacionais sejam iguais em referência ao traço causalmente relevante para a evolução. Para ser mais específico, não é necessário sequer dividir a população nos tradicionais tipos como, por exemplo, tipo A e B em referência a um traço evolutivamente relevante. Para haver evolução por seleção natural, basta que exista um processo onde semelhante produza semelhante, estruturando, dessa forma, o padrão da herança de uma população de maneira quantitativa, criando aquilo que Godfrey-Smith chama de *nominalismo evolutivo* (2009, p. 24).

O nominalismo evolutivo ocorreria em populações em que todos os seus componentes são individualidades *únicas em relação ao traço causalmente responsável pela evolução*, mas que a semelhança estatística entre os pais e sua descendência se dá de maneira *superior ao mero acaso*, ou seja, de uma maneira que tenhamos o estabelecimento um vínculo hereditário de alguma natureza. Por exemplo, caso uma população de mariposas esteja evoluindo para uma versão melânica, não há qualquer necessidade que, entre a gradação existente entre o indivíduo branco e um escuro, exista uma delimitação precisa de “tipos” de tonalidade. O traço em questão estaria se estruturando de maneira quantitativa, com cada indivíduo sendo um padrão único na população. Mesmo diante dessa composição nominalista, ainda estaríamos lidando com um caso paradigmático de evolução darwinista, confirmando que a replicação não é algo estritamente obrigatório para a dinâmica imaginada por Darwin. A mesma história pode ser contada para diversos traços quantitativos como, por exemplo, a altura, gerando fortes desconfianças quanto ao paradigma da replicação.

Com isso, excluímos a *necessidade* teórica da existência de tipos distintos dentro de uma população, já que a dinâmica darwinista emerge até mesmo onde eles não se fazem presentes. O importante a apreender é que a replicação, seja ela de um tipo ou de uma estrutura, é uma exigência teórica restritiva e recente para a concepção de hereditariedade darwinista, criando a necessidade de explorarmos as razões por trás de sua emergência de maneira um pouco mais cuidadosa.

## 1.5 Seleção natural, variação e mutação

Neste tópico, contrastamos a seleção natural com a mutação para, dessa forma, conseguir isolar alguns requisitos necessários para a evolução de uma população se aproxime daquilo que chamamos de paradigmas dentro do espaço darwinista. Quase como um chavão anti-darwinista, os detratores do darwinismo (e.g. Cope, 1887) apontavam persistentemente a seleção natural como um processo inerentemente negativo, incapaz de *criar* a complexidade dos seres vivos. A clássica imagem denominada “teorema do macaco infinito” resume bem essa ideia ao postular que, ainda que ficasse embaralhando aleatoriamente as letras do alfabeto por um tempo indeterminado, um macaco jamais conseguiria produzir algo com a grandiosidade de *Hamlet* (Dawkins, 1986, p. 78). A aleatoriedade simplesmente não pode resultar na complexidade shakespeariana.

Entretanto, a seleção natural é um mecanismo que opera em um processo constituído por dois passos. O primeiro, o da criação das variações, era, de fato, “aleatório”, no sentido de que as variações eram geradas sem qualquer vínculo com as necessidades adaptativas da entidade que está evoluindo. Não havia qualquer previsão teórica quanto a um mecanismo capaz de orientar as mutações ao ponto de as mesmas poderem abdicar do passo selecionista na formação das complexidades da vida. Nesse aspecto, o darwinismo se destaca como a primeira teoria evolutiva despida de um propósito inerente, isto é, de um direcionamento cósmico para seus resultados. É nesse sentido que alguns filósofos afirmam que Darwin enterrou de vez a teleologia (Hull, 1974, p. 160), fazendo com que o seu modelo de evolução seja inerentemente imprevisível por conta da ausência de um mecanismo direcionando o surgimento das variações. Para o darwinismo, o surgimento de variações era algo completamente desvinculado do contexto adaptativo de uma entidade, sendo, nesse sentido, algo inerentemente “estocástico”.

O segundo passo é o que constitui a atuação da seleção natural propriamente dita. É aqui que a força seletiva deste mecanismo que, ao eliminar, guiava o processo evolutivo, reside. Ao preservar diferencialmente as variações mais aptas para sobreviverem em seu meio, a seleção natural modificava qualitativamente a estrutura de uma população natural, constituindo, portanto, uma força *condutiva* dentro de um processo evolutivo específico, o da biota. Tudo o que era necessário para a produção dos belos “*Hamlets*” que observamos nas extraordinárias adaptações da natureza era a eficiência do processo de *reprodução e sobrevivência diferencial* ocasionado por uma *interação causal* com o meio ambiente que, apesar de partir de variações cegas, é suficientemente capaz de proporcionar o que Darwin

descreveu como “infinitas formas de grande beleza” do mundo natural (1859, p. 490). Se a *geração* das variedades era um processo randômico, o mesmo não poderia ser dito sobre sua *distribuição* na biota.

No entanto, caso desejemos que a seleção natural possa assumir um traço genuinamente criativo no processo da evolução, devemos lidar com o fato de que o tipo de caracterização que ofertamos até então *presume* a presença de variações que já estão plenamente formadas para atuarem como a matéria-prima do mecanismo seletivo. Longe de conferirem explicações que cobrissem legitimamente a dimensão criativa da evolução, a seleção natural parecia se limitar às explicações de como essa variação havia se *distribuído* ao longo da população. Como coloca o provocativo título de um livro do crítico E. D. Cope (1887), “*A Origem dos Mais Aptos*”, a seleção natural explica a sobrevivência, mas não a *origem* das entidades mais aptas. Ou seja, o mecanismo seletivo simplesmente não explicaria a maneira pela qual as variações nas estruturas biológicas haviam se *originado*, restando, então, a suposição de outro mecanismo teórico capaz de lidar com esse vital componente da evolução biológica.

Curiosamente, a formulação abstrata dos primeiros modelos matemáticos da genética de populações (Fisher, 1930) que, supostamente, visavam fortalecer o primado da seleção natural como a causa condutora da evolução biológica, em muito contribuíram para essa visão de que o único papel que cabia à seleção natural era o de um simples *filtro* das variações existentes, abdicando das explicações sobre a origem das estruturas. Afinal, a seleção natural constituía apenas uma “força” capaz de atuar na mudança da frequência dos genes de uma população através das gerações, ou seja, uma simples distribuidora de abstratas partículas genéticas já formadas, não a causa de suas origens.

Contudo, acreditamos que a seleção natural tenha um importante papel nas explicações de origem. Seguindo o exemplo de Godfrey-Smith, considere uma coleção de material genético Y que tenha tudo que é necessário para o surgimento de uma estrutura como o olho humano, exceto a mutação M. Considere agora que esse material genético Y surge a partir de outra mutação ocorrida em um conjunto W previamente existente nessa população, conjunto esse que está a duas mutações do surgimento do referido olho: a dita mutação que irá gerar o conjunto Y, bem como a mutação que falta para que o próprio Y gere a estrutura ocular que estamos analisando (2009, p.50).

Se levarmos em conta que, estatisticamente, o conjunto Y está mais próximo de ocasionar o surgimento do olho a partir de mutações aleatórias do que o seu concorrente evolutivo, o conjunto W, em uma população em que o tipo Y seja o favorecido pela seleção

natural, teremos um arcabouço explicativo no qual o mecanismo selecionista estará tornando o surgimento da estrutura ocular uma ocorrência *mais provável*, já que ele estará fazendo com que o referido tipo Y seja mais comum em *números absolutos* dentro dessa população.

Dessa forma, a seleção assume um caráter criativo ao mudar o *contexto* em que as mutações aleatórias irão surgir. É a partir dessa modificação de contexto que a seleção cumulativa das variedades existentes pode tornar o surgimento de estruturas complexas como o olho humano um evento cada vez mais provável, assumindo o papel de principal variável explicativa da questão colocada por E. D. Cope (1887) relativa à *origem* dos mais aptos. Afinal, se levarmos em conta que as mutações são acontecimentos completamente desvinculados das necessidades adaptativas das entidades que estão evoluindo, veremos que esse caráter criativo da seleção natural assume uma relevância causal absolutamente primordial para a explicação das formas vivas e suas adaptações. A seleção natural *cumulativa* passa a ser a *vera causa* das estruturas complexas que surgem ao longo da evolução biológica de entidades paradigmaticamente darwinistas, sendo as fontes proximais das mutações meras fornecedoras de matéria-prima para a força genuinamente criativa dessa evolução, a seleção natural.

Como disse Darwin: “Se um arquiteto precisasse erigir um edifício nobre e cômodo, sem o uso de pedra cortada, selecionando dos fragmentos na base de um precipício pedras em forma de cunha para seus arcos, pedras alongadas para seus lintéis e pedras achatadas para seu teto, admiraríamos sua perícia e o considerariamos a força primordial. Ora, os fragmentos de pedra, embora indispensáveis para o arquiteto, têm com o edifício construído por ele a mesma relação que as variações flutuantes de cada ser orgânico têm com as estruturas variadas e admiráveis que são finalmente adquiridas por seus descendentes modificados” (*apud* Browne, 2002, p. 409).

Assim sendo, dentre as causas hereditárias da modificação populacional, o darwinismo reduzia a relevância da mutação como uma força evolutiva, assegurando o posto da seleção natural como o norte causal inequívoco da evolução biológica. No entanto, restava um último empecilho para que essa primazia selecionista se manifestasse: caso as mutações fossem enviesadas ao ponto de as entidades emergirem como prodigiosos *ready-made transformacionais*, não restaria praticamente qualquer trabalho para uma seleção natural *cumulativa* executar. Ou seja, caso a seleção desejasse prestar um papel explicativo mais relevante para a origem das estruturas, as mutações não poderiam representar saltos astronômicos *direcionados* dentro do *espaço das possibilidades fenotípicas*.

Portanto, quanto maior o salto, menos darwinista será a evolução, evidenciando que a “darwinização” de um processo evolutivo é um atributo gradualmente expresso através da natureza, de modo que podemos encontrar de tudo, desde processos paradigmaticamente darwinistas (em que a dinâmica seletiva constrói estruturas complexas através do acúmulo de variações ao longo do tempo) até o surgimento transformacional de mutações adaptativas nas individualidades.

O exemplo histórico conferido pelo mutacionismo de Hugo de Vries (cf. Bowler, 1992, 2009; Mayr, 1982) ilustra maravilhosamente bem o modo como as explicações evolutivas que enxergam na mutação a verdadeira força condutora da evolução se estruturam, reduzindo as explicações selecionistas a um apêndice no desenvolvimento da história da vida. Afinal, as espécies emergiam como entidades prontas das mutações saltacionistas imaginadas por de Vries. Realizavam, assim, um salto verdadeiramente fenomenal dentro do espaço das possibilidades fenotípicas, constituindo um processo praticamente *transformacional*. Isso é algo que um mecanismo explicativo como a seleção natural e sua ênfase no acúmulo de pequenas mudanças através das gerações simplesmente não podia tolerar se quisesse manter alguma relevância na explicação para a origem de estruturas na evolução da vida. Portanto, quanto maior o salto conferido por uma mutação, menos paradigmático dentro do espaço darwinista seria essa evolução. Teríamos, então, um processo cada vez mais *transformacional* (Lewontin, 1983), evidenciando mais uma vez que a “darwinização” de um processo é um atributo gradual.

Dessa forma, caso desejemos encontrar os paradigmas da evolução darwinista, ou seja, de uma evolução guiada sobretudo pela atuação da seleção natural, devemos nos assegurar de que o surgimento das variações a partir das mutações não passe de aleatoriedades despidas de um direcionamento capaz de lhes conferir suficiência causal, restando ao passo seletivo a condução dos rumos dessa evolução ao utilizar essas variações como matéria-prima. Portanto, em uma evolução paradigmaticamente darwinista, variações deveriam ser acontecimentos completamente desvinculados das necessidades adaptativas das entidades que estão evoluindo, bem como explorações relativamente suaves dentro do espaço das possibilidades fenotípicas que se prestariam apenas a servirem como o material para a atuação da seleção natural. Por outro lado, processos transformacionais teriam um vínculo entre as necessidades adaptativas e o surgimento das variações, como no caso do lamarckismo, assim como seriam saltos dramáticos dentro do espaço das possibilidades fenotípicas, como ocorre no mutacionismo de de Vries.



Vale ressaltar que a dinâmica seletiva ainda pode tolher o poderio causal das mutações na evolução de uma linhagem através de outro argumento. Para que uma mutação possa constituir uma influência causal minimamente relevante, seus efeitos não podem prejudicar um distúrbio no balanço do genótipo da entidade a ponto de prejudicar as necessidades adaptativas referentes ao ambiente da linhagem em questão. Do contrário, essas mutações seletivamente desvantajosas serão eliminadas da população por conta de seu fracasso na competição darwinista da reprodução e sobrevivência diferencial, isto é, da seleção natural. Considerando que a maioria das mutações *morfológicas* terá consequências na aptidão de seu detentor, suas influências na evolução de uma linhagem serão, grosso modo, negligenciáveis, pois, caso sejam prejudiciais, elas serão eliminadas pela chamada *seleção estabilizadora* dentro da dinâmica variacional imaginada por Darwin.

Já diante do cenário em que elas sejam benéficas, ainda assim necessitariam do passo selecionista para explicar a maneira pela qual elas se espalharam através da composição populacional, ou seja, estaríamos diante de uma *explicação de distribuição*, uma explicação em que as mutações não passam de mera matéria-prima para a atuação do passo seletivo cumulativo ao longo das gerações (Godfrey-Smith, 2009). Para que as mutações possam verdadeiramente possuir relevância causal, elas devem partir de um mecanismo capaz de induzir processos transformacionais separadamente *em várias entidades ao mesmo tempo*, ou seja, processos pertencentes a uma classe, mas que se manifestasse nas individualidades, a exemplo das estrelas e sua evolução. Caso ficassem restritas ao papel da responsabilidade pela *variação* presente nas *individualidades*, essas mutações necessariamente teriam de passar por um processo de seleção que as ajudasse em sua *distribuição populacional*, sendo, então, uma simples causa subsidiária como uma mera propriedade individual.

É certo que saltos no espaço das possibilidades fenotípicas aumentariam a sua relevância explicativa ao romper com a concepção gradual de evolução favorecida por Darwin, mas sem que isso as emancipasse completamente da seleção natural como a “força” que as distribui ao longo da população. Só através do rompimento da lógica *variacional* do darwinismo é que as mutações poderiam assumir uma verdadeira suficiência causal ao induzir as transformações separadamente em cada entidade, dispensando, então, o passo selecionista por completo. Portanto, a inexistência de um mecanismo transformacional para toda uma classe faz com que as variações sejam atributos de uma individualidade dentro de uma população, de modo que as mutações nunca podem dispensar completamente o passo da seleção natural em uma evolução. Logicamente, quanto mais “guiado” for o surgimento de uma variação em uma entidade, menos darwinista será a sua evolução, evidenciando a

existência de um processo inversamente proporcional e gradativo, já que, conforme salientamos, entre os paradigmas darwinistas e os processos exclusivamente transformacionais, existem uma infinidade de intermediários, demonstrando ser a “darwinização” um atributo gradativamente construído na evolução das individualidades.

É válido ressaltar que a seleção natural não só explica a distribuição populacional das variáveis mais aptas e o aumento estatístico da chance do seu surgimento, mas também atua preservando-as ao longo do tempo através do referido processo da *seleção estabilizadora*. É por causa desse mecanismo que as eventuais mutações deletérias não se acumulam em uma população ao longo da evolução. Mutações deletérias vêm e vão, mas apenas as modificações introduzidas pelo passo seletivo é que têm permanência. A função histórica explica a origem, bem como a *manutenção* de uma estrutura.

Concluimos, então, com a percepção de que, ao menos no que se refere ao nível morfológico, o darwinismo apresentou argumentos poderosos no intento de blindar a seleção natural como o vetor causal mais significativo para a evolução biológica, restando às mutações apenas o apelo a supostos mecanismos transformacionais para configurar como uma alternativa com genuína relevância causal dentro da evolução, isto é, para ser a *vera causa* dessa dinâmica evolutiva. Caso contrário, o selecionismo de Darwin seria absolutamente inevitável, mesmo que de uma maneira relativamente enfraquecida, como no caso das mutações que representassem grandes saltos no espaço das possibilidades fenotípicas. Enquanto as mutações fossem eventos estritamente individuais, e não eventos programados para toda uma classe, a seleção das variações mais aptas seguiria tendo relevância explicativa fundamental dentro da teoria evolutiva.

## 1.6 Seleção natural e hereditariedade

É interessante constatar que o desenvolvimento da teoria de Darwin se deu de maneira completamente independente em relação a uma teoria sobre a herança genética. Apesar de ser um contemporâneo de Darwin, o robusto mecanismo da hereditariedade proposto por Mendel só viria a ser levado em consideração no início do século XX e, de maneira ainda mais tardia, só veio a obter notoriedade dentro das explicações darwinistas nas décadas de 1930 e 1940, através da elaboração da chamada Síntese Moderna (Smocovitis, 1996).

Independentemente de teorias específicas sobre a hereditariedade, tudo o que o darwinismo requer é a pressuposição da existência de uma semelhança não aleatória entre os pais e seus descendentes, isto é, a existência de uma semelhança geracional que emerge da

reprodução, independentemente dos mecanismos utilizados para produzi-la. É diante dessa exigência mínima que conceitos como o de herdabilidade como uma simples representação da *previsibilidade das relações entre os pais e a sua descendência* se tornam especialmente adequados, com a reprodução assumindo o significado que representa a *multiplicação de uma entidade* (Godfrey-Smith, 2007, p. 13).

Não há aqui qualquer pressuposição teórica quanto ao *tipo de mecanismo* que produz a relação de similaridade oriunda dessa multiplicação, muito menos uma concepção manifesta do modo que a similaridade em questão irá ocorrer na natureza. A única exigência é que, *ceteris paribus*, os pais se assemelhem *comparativamente* mais com seus descendentes do que com membros aleatórios da população. A maneira através da qual essa *transmissão hereditária* ocasionada pelo processo da *reprodução* irá ocorrer é algo deixado em aberto, de modo que ele pode, ou não, apelar para a replicação como um meio de estabelecer vínculos hereditários através das gerações. Resumindo, não há qualquer exigência teórica postulando a *natureza* dessa transmissão hereditária, muito menos daquela referente ao processo de reprodução. A única exigência é que a dita transmissão hereditária e a reprodução existam, não importando a natureza dos *meios* utilizados para sua realização.

É diante dessa constatação que emergem as principais desconfiças em relação ao mencionado paradigma do replicador. Afinal, não só essa visão limita antecipadamente as possibilidades teóricas sobre a natureza da herança e da reprodução, já que, necessariamente, elas deveriam envolver a replicação de alguma entidade, mas, de maneira mais grave, ela também muda a ênfase da teoria darwinista, antes focada no processo seletivo em si, para uma suposta competição de longo prazo entre essas entidades replicadoras, os “beneficiários” da seleção (Dawkins, 1982).

Veremos com mais detalhes nos próximos capítulos, mas acredito que, não só a replicação é uma concepção limitada sobre o processo de reprodução que ocorre na natureza, mas também que a sua ênfase em uma competição de longo prazo mascara a riqueza da dinâmica evolutiva que emerge dessas múltiplas maneiras de se reproduzir. Se o darwinismo deve se debruçar sobre um processo específico, esse processo é a riqueza de dinâmicas evolutivas existentes, razão pela qual eu acredito que essa visão da replicação como um segundo processo evolutivo vem sendo especialmente pernicioso ao desviar a nossa atenção para uma suposta competição de longo prazo de entidades “autorreplicadoras”.

Vale destacar que o ponto que estamos desenvolvendo não é afirmar que a replicação de estruturas não seja um processo absolutamente importante na criação de ligações hereditárias entre as gerações e, conseqüentemente, da evolução. Representada pelo

paradigmático exemplo do DNA, esse processo vem sendo central para a evolução na vida na Terra e sua dinâmica reprodutiva com vínculos geracionais hereditários. A visão que estamos tentando desconstruir é que esse processo, apesar de onipresente e importante, seja uma *necessidade teórica*, ou seja, algo absolutamente imprescindível para a sobrevivência do darwinismo como um programa de pesquisa robusto. Em outras palavras, estamos negando que a hereditariedade seja reduzida ao conceito de replicação. Afinal, um processo reprodutivo que prescindia da replicação de estruturas, mas que, ainda assim, enseje uma dinâmica evolutiva que envolva variações hereditárias com diferença na aptidão, se configurará como um processo legitimamente darwinista na prática, evidenciando que a replicação não é o elemento essencial dentro do paradigma engendrado por Darwin.

O aspecto verdadeiramente basal dentro do darwinismo é o estabelecimento de um vínculo hereditário, vínculo esse que pode ser materializado por outras vias que não a replicação de estruturas. Dito de outra forma, nós não podemos reduzir a hereditariedade ao processo de replicação, já que há evoluções paradigmaticamente darwinistas que dispensam solenemente a replicação de estruturas como o mecanismo para empreender o vínculo de semelhança hereditária necessário para sua realização.

Por exemplo, a transmissão geracional de um padrão comportamental não necessariamente precisa ser efetuada através da replicação de informações moleculares no nível do DNA, réplicas essas que seriam causalmente responsáveis pela reconstrução geracional do comportamento em questão. Alternativamente, essa transmissão comportamental poderia envolver outros mecanismos como, por exemplo, o aprendizado através da observação (Jablonka, 2005, p. 161), evidenciando que a replicação não precisa estar envolvida para existirem laços hereditários capazes de ensinar a dinâmica evolutiva darwinista na prática. Afinal, caso o referido comportamento seja hereditário e adaptativo, ele irá evoluir paradigmaticamente por seleção natural, ainda que o processo da replicação não seja o mecanismo da hereditariedade envolvido em sua recriação através das gerações.

Assim, replicação e hereditariedade não mais podem ser tratadas como sinônimos, pois há outras vias de conectar-se hereditariamente com a próxima geração, fazendo com que voltemos a uma descrição da evolução que enfatize um único *processo*, conforme salientado pelo resumo de Lewontin (1985a). É verdade que a replicação de estruturas é importante e há inúmeros casos em que a hereditariedade de fato se subsume a este processo. Contudo, nem sempre essa redução da hereditariedade à replicação irá se efetuar na prática, de modo que uma descrição dos fundamentos teóricos do darwinismo deve ater-se aos elementos centrais e, com isso, descrever a dinâmica darwinista a partir de um único processo: variações

hereditárias com diferenças na aptidão. Conclui-se, então, que o estabelecimento de um vínculo hereditário é gênero do qual a replicação é espécie, existindo outras maneiras de fornecer à dinâmica darwinista com o imprescindível ingrediente da hereditariedade. A verdadeira ênfase do darwinismo é o *processo* evolutivo, não as *estruturas* que supostamente estariam sendo selecionadas através das gerações.

Mesmo diante de todas essas controvérsias, há exigências concernentes à hereditariedade às quais um processo legitimamente darwinista deve, de fato, se conformar. Mais especificamente, é preciso estabelecer uma *fidelidade mínima* para a hereditariedade em questão, bem como existir um *input* relativamente constante de variações para alimentar a engrenagem seletiva dentro dessa estrutura populacional. Logicamente, uma população cujas individualidades não estabeleçam vínculos hereditários com seus descendentes não pode ingressar em uma dinâmica variacional como a darwinista, já que a multiplicação dessas individualidades a partir do processo de reprodução é a razão de ser da evolução biológica. É a hereditariedade que permite a criação de estruturas que podem seguir incólumes através do tempo e, dessa forma, cria a possibilidade de que elas sejam selecionadas *de maneira cumulativa*. É ela que cria a repetição que enseja a possibilidade de uma dinâmica variacional como a darwinista. Por outro lado, a hereditariedade não pode ser completamente fiel, pois, sem variedades, não há evolução.

Enquanto processos com um vínculo hereditário frágil não são capazes de *acumular modificações ao ponto de erigir estruturas complexas ao longo do tempo*, um processo de cópia perfeita não pode se “mover” evolutivamente para lugar algum, já que está fadado a repetir a mesma estrutura para sempre. Sendo assim, há um fino balanço a ser estabelecido entre a fidelidade hereditária e a alimentação do processo seletivo a partir do aparecimento das variedades que lhe permitem explorar as possibilidades fenotípicas.

Contudo, é válido dizer que, apesar de não construir estruturas complexas a partir da *acumulação evolutiva*, um processo hereditário frágil seria, ainda assim, darwinista, pois estaríamos nos referindo a processos que estabelecem vínculos hereditários *de algum tipo*. Certamente não estaríamos referindo aos casos paradigmáticos da evolução adaptativa, em que há uma clara tendência para uma acumulação que resulta em estruturas complexas. No entanto, ainda estaríamos diante dos primeiros esboços dentro das margens de nosso espaço darwinista através da existência de alguma forma de hereditariedade que, lembremos, é algo que está presente em variados graus. Quanto ao espaço darwinista em si, enquanto a hereditariedade será identificada pelo símbolo H. Quanto maiores forem os valores dessa variável, mais paradigmáticos serão os casos de evolução, evidenciando que a “darwinização”

de um processo evolutivo é uma questão *gradativa*, contemplando processos que vão dos casos marginais até os paradigmáticos em todas as variáveis tidas como relevantes.

### 1.7 A seleção natural e a deriva genética

Uma especificidade dos processos genuinamente seletivos é o fato de que eles podem ser expostos de duas maneiras. A primeira, naquilo que podemos descrever como a *cinemática da evolução*, requer uma mera descrição formal da modificação populacional através das gerações, isto é, uma simples narração das transformações ocorridas entre uma geração e outra, carecendo, portanto, de uma descrição das causas dessa transformação. Abdica-se, assim, de empreender uma análise sobre as *causas responsáveis por essa mudança ao longo do tempo*, sendo suficiente descrever os resultados dessa evolução.

Assim, em uma população igualmente dividida entre indivíduos dos tipos A e B na geração  $g_1$  e que apresente uma ampla maioria de indivíduos A na geração  $g_2$ , podemos afirmar que o tipo A foi o selecionado sem estabelecer qualquer tipo de *responsabilidade causal* para as propriedades que o distinguem de B, isto é, sem descrever as causas para essa mudança nas proporções populacionais. Dito de outra forma, nós não estaríamos nos comprometendo de qualquer maneira com *as causas dessa mudança*, mas sim descrevendo essa mudança nos “tipos” que compõem uma determinada população. Resumindo, não estaríamos explicando quais as propriedades físicas próprias de A que ocasionaram a sua reprodução e sobrevivência diferencial em relação a B. Até onde sabemos, um raio pode ter iniciado um incêndio precisamente na região onde grande parte dos indivíduos do tipo B contingentemente habitavam, de modo que, por uma razão estranha às suas propriedades físicas distintivas, esses indivíduos A sobreviveram diferencialmente em relação a B, ocasionando, portanto, uma mudança evolutiva na composição populacional.

Já a segunda maneira de expor a seleção natural e os seus desdobramentos populacionais, ambiciona uma completa descrição causal do processo seletivista, sendo aquilo que podemos chamar de *dinâmica da seleção natural*. Para tanto, esse modo de exposição dos resultados seletivos geralmente exige uma descrição atomística dos indivíduos, desmembrando as individualidades em *traços* que tenham sido *evolutivamente relevantes* para o caso em questão. Em outras palavras, que tenha existido o estabelecimento de um *vínculo causal* entre o referido traço e a proliferação de um tipo na biota.

Por exemplo, ao falarmos que houve uma pressão seletiva atuando sobre o formato dos bicos dos tentilhões de Galápagos (Grant, 1999, 2008), estamos explicitamente escolhendo

um traço em particular para afirmar que a modificação da composição populacional é resultado das interações ecológicas possibilitadas por essa estrutura em específico. Foi o vínculo causal estabelecido entre o referido formato dos bicos dos tentilhões e o seu ambiente o responsável pela *reprodução e sobrevivência diferencial* de um tipo de individualidade na população. É nesse sentido que podemos falar em *seleção para* determinada estrutura: estabelecendo relações causais entre a sua presença e a proliferação populacional do tipo em questão (Sober, 1984, p. 97).

Vale ressaltar que, ao falarmos em termos de *seleção para um dado traço*, há outro refinamento teórico que devemos fazer antes de prosseguir a nossa análise. Conforme acabamos de ver, ao afirmarmos que houve uma *seleção para* um bico de um determinado formato, estamos asseverando que o formato do bico em questão é que foi a propriedade relevante para sua proliferação na população. Com isso, é preciso criar um vínculo causal específico se quisermos garantir que houve *seleção para* dada estrutura. Diante dessa exigência, é preciso evitar certos percalços.

É possível, por exemplo, que os indivíduos selecionados por possuírem esse formato de bico adaptativo fossem, também, os únicos com uma coloração amarelada dentro de uma população predominantemente marrom. Mesmo que os indivíduos selecionados sejam todos eles amarelos, não poderíamos dizer que houve uma *seleção para* a cor amarela, já que o fato de eles terem essa cor simplesmente não contribuiu causalmente para o resultado da seleção. Em uma perspectiva da dinâmica da seleção, tudo o que podemos afirmar é que ocorreu uma *seleção de* indivíduos amarelos devido ao fato desta coloração estar circunstancialmente *correlacionada* ao referido formato de bico, este sim o fator causalmente responsável pela reprodução e sobrevivência diferencial do tipo na população, sendo, portanto, o traço *selecionado para* (Sober, 1984 p. 97).

Voltando à estratégia atomística de expor os resultados da seleção natural, penso que seria oportuno destacar uma de suas características: a sua diferença para outro fator de mudança evolutiva, a chamada deriva genética. A deriva genética se define da seguinte maneira: “Mudanças aleatórias nas frequências de dois ou mais alelos ou genótipos dentro de uma população” (Futuyma, 1998, p. 770). Em meio a um complexo palavreado sobre alelos e genótipos, o conceito que salta aos olhos nessa definição é o apelo à aleatoriedade.

Como primeiro passo para tentar entender a concepção de aleatoriedade aqui aplicada, devemos compreender que afirmações como as da mecânica clássica, onde as variáveis relevantes para um dado sistema são conhecidas por antecipação, simplesmente não fazem parte das explicações elaboradas pela biologia evolutiva. Afinal, as interações que as

entidades biológicas podem possivelmente estabelecer com seu meio ambiente não constituem um conjunto fechado que possa ser conhecido e sistematizado antecipadamente. É simplesmente inviável saber previamente todas as variáveis relevantes para a sobrevivência e a reprodução das entidades presentes em uma população, de modo que o conjunto de relações de causa e efeito que afetam a aptidão das entidades biológicas é esplendorosamente rico e aberto, no sentido de não conhecermos todas as variáveis relevantes de antemão.

É diante desse imenso e desconhecido conjunto que os evolucionistas interessados em explicar e, dentro do possível, prever a evolução dessas populações tentam impor alguma ordem ao inserir uma distinção entre as chamadas “causas determinísticas” congregadas sob o argumento de *seleção para* determinada característica e o dito “acaso” ou “aleatoriedade” atribuído aos eventos “estocásticos” reunidos sob o signo da deriva genética. Diferentemente das forças físicas, uma característica que, dentro de um determinado contexto, traga certas vantagens para uma individualidade como, por exemplo, o bico mais forte de nosso tentilhão, não necessariamente irá se refletir nos resultados da aptidão da evolução dessas individualidades, já que as ditas causas “aleatórias” como a referida queda de um raio podem afetar profundamente os rumos reprodutivos de uma população. Contudo, mesmo diante dessa dificuldade teórica, é possível impor certa ordem ao distinguir categorias distintas para congregar essas causas que afetam o resultado reprodutivo de uma maneira específica; a saber, a deriva genética e a seleção natural.

É importante ressaltar que, ao falar em acaso ou aleatoriedade, os evolucionistas não estão dizendo que os eventos da deriva genética não tenham *causas físicas determinadas*. Por exemplo, a influência da queda de um raio nos valores adaptativos dos membros de uma população é um exemplo paradigmático para ilustrar a evolução por deriva genética. No entanto, sabemos que os raios têm causas físicas conhecidas, a saber, o rompimento da rigidez dielétrica do ar e a consequente criação de um caminho condutivo para que as descargas elétricas possam fluir através de seu meio. Ou seja, a evolução é completamente agnóstica quanto ao debate do determinismo contra o indeterminismo no nível físico, fato que nos lega uma importante pergunta: se a questão referente ao fato dos eventos físicos terem, ou não, causas determinadas não é o critério distintivo da deriva genética em relação à seleção natural, qual poderia ser?

Explicações baseadas no argumento de *seleção para* determinada característica tendem a manifestar aquilo que Lewontin (1985b, p. 63) e Godfrey-Smith (2009, p. 57) chamam de *continuidade* dos caracteres fenotípicos em relação às suas diferenças na aptidão. Uma população cuja evolução demonstre *continuidade* será uma em que as pequenas



mudanças no fenótipo de seus indivíduos serão espelhadas perfeitamente por alterações também diminutas em sua aptidão. Ou seja, há um isomorfismo no relacionamento dos valores das variáveis fenotípicas e o seu sucesso no jogo darwinista da sobrevivência e da reprodução. Assim, em uma população de tentilhões que exiba continuidade e que os indivíduos estejam sendo *selecionados para* bicos maiores, um indivíduo com um bico de sete centímetros terá uma aptidão apenas *ligeiramente inferior* à de um indivíduo com um bico de oito centímetros. É nesse sentido que as causas seletivas tendem a ser descritas como “determinísticas”: elas apresentam um padrão coerente e minimamente previsível em sua evolução.

Por outro lado, as causas classificadas como arquétipos da deriva genética como, por exemplo, a referida influência da queda de um raio, são eventos que afetam a aptidão das entidades da população de uma maneira *caótica* em referência às suas características fenotípicas, sendo, por isso, caracterizadas como “estocásticas”, ou seja, a própria antítese da previsibilidade das causas seletivas. Afinal, um raio não discrimina suas vítimas com base em critérios fenotípicos complexos. Basta que uma entidade esteja no lugar de sua queda para que ela sofra as consequências de uma maneira em que suas características fenotípicas serão praticamente irrelevantes para o resultado evolutivo realizado. Resumindo, em uma evolução marcada pela deriva genética, há uma clara *descontinuidade* entre os valores das variáveis dos fenótipos e suas diferenças de aptidão, de modo que os resultados evolutivos tendem a ser absolutamente caóticos e imprevisíveis em referência aos valores dos traços selecionados, mesmo que existam causas físicas determinadas para a sua ocorrência que são plenamente capazes de serem discriminadas em uma análise *a posteriori*.

Nesse caso, o raio de nosso exemplo hipotético poderia ceifar desproporcionalmente a vida dos indivíduos com o bico de sete centímetros ao mesmo tempo em que, por razões inteiramente desvinculadas da lógica selecionista, tenha poupado a vida da maioria dos indivíduos que têm um bico de oito centímetros, demonstrando um padrão caótico da evolução devido a uma absoluta descontinuidade entre as diferenças fenotípicas e a aptidão resultante de sua interação ambiental. Quanto mais próxima uma evolução estiver da continuidade de um processo selecionista, mais ela estará se inserindo como um exemplo paradigmático dentro de nosso espaço darwinista. Definiremos essa constante da continuidade como C.

Outra distinção importante que podemos fazer entre as causas seletivas e as da deriva genética é o grau em que as primeiras tendem a ocorrer por diferenças vinculadas às chamadas *propriedades intrínsecas de uma entidade*, ao passo que as segundas se referem

mais às suas *propriedades extrínsecas* (Godfrey-Smith, 2009, p. 53). As propriedades intrínsecas de uma entidade são aquelas cuja existência depende apenas daquilo que aquela entidade é, ou seja, elas independem de seu relacionamento com objetos externos. São exemplos a massa de um corpo ou formato do bico de nosso tentilhão hipotético (Zimmerman, 2014). Por outro lado, o peso de um corpo e a posição que um tentilhão ocupa no ambiente são propriedades extrínsecas dessas entidades, já que elas dependem de suas interações com características que lhes são externas. Chamaremos a variável referente à dependência da aptidão realizada em relação às propriedades intrínsecas de *S*. Quanto maior o valor de *S*, mais paradigmático o caso dentro de nosso espaço darwinista.

Voltando ao nosso exemplo do tentilhão de Galápagos e a evolução de seu bico, uma explicação selecionista definiria uma interação ecológica específica como, por exemplo, a existente entre a evolução de um bico mais forte em um ambiente que exista a necessidade de se alimentar de sementes especialmente duras. Todo indivíduo que possuísse bicos mais poderosos do que os seus pares seria, *ceteris paribus*, o favorecido, já que o padrão de alimentação dessa espécie faz com que esse atributo intrínseco seja beneficiado pela dinâmica variacional da seleção natural. Quanto mais forte o bico, maior a aptidão relativa daquele indivíduo, demonstrando a absoluta continuidade do processo.

Por sua vez, explicações firmadas no conceito da deriva genética apelariam para causas que apresentariam uma evidente descontinuidade entre os fenótipos e seus valores em aptidão, bem como um relacionamento estreitamente vinculado com as propriedades extrínsecas dessas entidades biológicas. Vamos supor que nosso raio hipotético viesse a atingir precisamente uma região fortuitamente habitada predominantemente por um grupo de indivíduos com um bico mais forte. Obviamente, a composição da população evoluiria para um estágio em que a média do bico seria menor do que a anterior, sem com isso que tenhamos tido a atuação de uma causa denominada “selecionista” em relação a esse traço do fenótipo. Isso porque haveria uma nítida descontinuidade entre as variáveis referentes à força do bico e o seu valor de aptidão, já que a evolução causada pelo incêndio não teria sofrido qualquer tipo de influência do tamanho dos bicos dos indivíduos. Ou seja, o raio ceifaria indistintamente a vida dos indivíduos em relação ao tamanho de seus bicos, em uma nítida violação do critério da *continuidade*. Além disso, temos o fato da coincidência das posições ocupadas pelos indivíduos com o bico forte serem exatamente as mesmas em que os efeitos do raio foram especialmente sentidos, ou seja, uma propriedade claramente extrínseca terá determinado os resultados evolutivos dos tentilhões com os maiores bicos, sendo, portanto, típica dos casos de deriva genética.

Desse modo, a deriva genética não passa de um conjunto de causas que afetam a aptidão das entidades e que se notabiliza precisamente pela alta *descontinuidade* de sua evolução, bem como por estar relacionada às propriedades extrínsecas das entidades em questão, assumindo, portanto, o caráter “estocástico” que os evolucionistas tanto gostam de contrastar com a continuidade e a referência a propriedades intrínsecas que os paradigmas “determinísticos” da seleção natural costumam apresentar.

## 1.8 Os resumos abstratos e o conceito de aptidão

Falando de uma maneira grosseira, o conceito de aptidão assume os traços da *moeda* utilizada nesse universo darwinista da sobrevivência e reprodução diferencial. Em uma competição intrapopulacional como a dinâmica darwinista, quem tiver mais desta “unidade monetária darwiniana” será o vencedor da “luta pela vida”. Contudo, assim que tentamos definir essa unidade monetária de maneira mais detalhada, constatamos a enorme complexidade de sua natureza. Primeiramente, conforme observamos, alocar a aptidão a alguma entidade que se reproduz diferencialmente *pressupõe o fato de que podemos identificar tais entidades sem qualquer ambiguidade*. Em outras palavras, falar em aptidão pressupõe que tenhamos uma noção teórica relativamente clara sobre quem são os indivíduos teoricamente relevantes, pressuposição essa que se mostrará altamente problemática para o problema dos níveis de atuação da seleção natural.

Supondo que a individualidade seja, de fato, uma noção manifesta para todas as análises, intuitivamente, até poderíamos tentar definir a aptidão a partir de um mero processo de contagem de descendentes dessas entidades, apelando para uma solução prática. Afinal, uma vantagem no processo de reprodução parece ser a lógica subjacente do argumento darwinista. No entanto, assim que observamos o processo mais de perto, constatamos que o artifício da contagem nem sempre será suficiente, mesmo que aceitemos a premissa de que a individualidade possa ser pressuposta sem maiores dificuldades. Como ilustra Godfrey-Smith, suponha que exista uma população em que haja um equilíbrio numérico entre indivíduos de um tipo A e os de um tipo B, e que cada indivíduo nessa população sempre dê origem a dois descendentes de seu tipo, isto é, um indivíduo do tipo A sempre gerará dois indivíduos A, ao passo que um B origina dois descendentes do tipo B (2009, p. 22). Suponha, então, que os indivíduos do tipo A se reproduzam no dobro da velocidade dos do tipo B.

Obviamente, se fôssemos realizar uma releitura da contagem do número de descendentes de cada indivíduo na população, teríamos um equilíbrio na aptidão entre as variações existentes.

Afinal, um indivíduo sempre enseja a origem de dois. No entanto, em breve o tipo A imperará na composição populacional por conta da velocidade com que ele se reproduz, configurando-se, dessa forma, como o mais apto. Percebemos, então, que é perfeitamente possível haver evolução por seleção natural sem que exista uma diferença na produção individual do número de descendentes. Para tanto, basta que adicionemos a dimensão temporal na medição da aptidão em populações como uma estrutura específica. A moral da história é que sempre que buscamos uma fórmula cristalina contendo as variáveis relevantes para auferirmos a aptidão de uma entidade *em todos os cenários possíveis*, ficamos embaraçados diante da profusão de contraexemplos que podem ser engendrados para frustrar a nossa missão. Consequentemente, não há uma metodologia *a priori* que nos possibilite encontrar uma medida unívoca para todos os casos daquilo que definimos por aptidão. Segundo Godfrey-Smith, o melhor a fazer é encarar a aptidão como um conjunto de propriedades que, de uma maneira específica e relativa àquele contexto, ocasionem um resultado relevante na taxa de reprodução *daquela população* (2009, p. 30).

Portanto, em um intervalo temporal específico, sempre haverá uma totalidade de fatos referentes à sobrevivência e à reprodução dentro de uma população, e será precisamente esse agregado de fatos o responsável pela maneira que essa população irá evoluir ao longo do tempo. Falar em aptidão significa, então, tentar resumir através de um único conceito todos esses detalhes referentes aos fatores causais relevantes para explicar a evolução de uma população, o que, por si só, evidencia a impossibilidade de oferecer uma descrição abstrata geral que não seja contextualizada.

Reparem que, mesmo que consigamos elencar as causas relevantes em uma dada geração, não há qualquer necessidade de que essas causas venham a continuar estáveis no futuro, fato que reforça ainda mais o caráter contextual que estamos tentando ressaltar. Além do mais, o fato de não haver nenhuma maneira de descrever antecipadamente as causas tidas como seletivas evidencia que os fenômenos como os abarcados pela deriva genética também seriam levados em consideração na narração dessas relações de causa e efeito que tiveram consequências relevantes para a evolução de uma população.

Falar em aptidão significa *efetuar uma descrição de um processo realizado em um contexto específico*, enfatizando somente os relacionamentos causais que tenham sido evolutivamente influentes para a trajetória histórica de uma população, incluindo aí causas como as que caracterizam a deriva genética. Resumindo, não há qualquer critério que nos habilite a traçar um recorte de antemão entre as causas atribuídas à deriva genética e à seleção natural. Tudo o que podemos fazer é aplicar certas distinções sobre a *natureza* dessas causas

como a que fizemos ao utilizar os já citados critérios da continuidade e das propriedades intrínsecas. Reparem, no entanto, que essa é uma solução *a posteriori* que lida com uma *aptidão já realizada*. Ou seja, ainda estaríamos diante de uma mera distinção qualitativa dentro de um conjunto que é essencialmente o mesmo, o dos relacionamentos causais que tenham sido relevantes para a construção da *aptidão realizada de uma entidade*.

Para destrincharmos ainda mais as especificidades do conceito de aptidão, voltemos brevemente para os resumos abstratos sobre a seleção natural como, por exemplo, aquele proposto por Lewontin (1985a), para quem um conjunto que oferecesse individualidades que apresentem variações hereditárias com diferença na aptidão automaticamente evoluiria por seleção natural. Para Lewontin, essas seriam as condições *necessárias e suficientes* para que a engrenagem do mecanismo imaginado por Darwin fosse colocada em movimento. Mas será que esse resumo abstrato de Lewontin realmente se aplica todos os casos possíveis de evolução por seleção natural? Mais especificamente, será o seu resumo, de fato, universal?

O caráter negativo da resposta ficará explícito ao analisarmos um dos contraexemplos que põe em xeque a sua suposta universalidade. Caso o sistema de herança não seja fiel o suficiente, o resumo de Lewontin pode, sim, não se refletir na realidade. Em uma população segregada entre indivíduos altos e baixos e onde os indivíduos altos deixem, em média, mais descendentes do que os de baixa estatura, a lógica selecionista prega que a evolução favorecerá o tipo mais alto, já que ele teria uma vantagem naquilo que os evolucionistas afeitos a definições prévias do conceito de aptidão definiriam como sua “aptidão esperada”.

Contudo, caso o sistema de hereditariedade fosse tal que a prole dos indivíduos altos fosse sempre um pouco menor do que seus pais, e onde a descendência dos de baixa estatura seja inequivocamente fiel, teríamos uma situação em que há uma diferença nas taxas reprodutivas que não se concretiza em mudança evolutiva. O fato de os indivíduos altos terem uma vantagem na reprodução diferencial não se materializaria na próxima geração da população, já que os descendentes dos indivíduos de baixa estatura contrabalanceariam a sua desvantagem ao transmitirem fielmente os seus traços para a próxima geração, fato que não se repete com os indivíduos de alta estatura.

Resumindo, a transmissão hereditária cancelaria os efeitos provenientes da reprodução diferencial. A população se manteria no mesmo estado em que se encontrava antes, pois a diferença nessa taxa reprodutiva é contrabalanceada pela peculiaridade do padrão de herança do caso em questão (Godfrey-Smith, 2014, p 32). Os indivíduos mais altos seriam mais eficientes em sua reprodução, mas a falta de fidelidade na transmissão dessa característica permitiria a herança mais fidedigna da baixa estatura contrabalancear essa diferença na taxa

reprodutiva, estabilizando, assim, a distribuição populacional. Estranhamente, podemos nos deparar com cenários em que a dita aptidão esperada não é convertida na aptidão que verdadeiramente interessa à evolução, a realizada.

A falha dos resumos abstratos em abarcar todos os casos possíveis de seleção natural revela que eles geralmente tentam responder duas perguntas antagônicas de maneira simultânea, explicando, então, a razão pela qual a sua missão nunca é completamente bem-sucedida. Na mesma definição, eles tentam resumir “*o que é a evolução?*” juntamente à questão referente ao “*como essa evolução se manifesta na natureza?*”. Espremidos entre a necessidade conflitante de um “o quê” e de um “como”, esses resumos abstratos certamente não poderiam apresentar uma resposta robusta para nenhuma das questões.

Contudo, resumos bem formulados, como o oferecido por Lewontin (1985a), estabelecem aquilo que chamaremos de *conceito mínimo* para que possamos afirmar que estamos diante de uma dinâmica evolutiva genuinamente darwinista. Apesar de sua vulnerabilidade a alguns contraexemplos e, de maneira mais grave, pelo fato de ele não explicitar as condições necessárias para que órgãos e estruturas complexas possam evoluir na prática, ele nos fornece uma excelente *base inicial* para especularmos acerca da natureza de nosso espaço darwinista e sobre as fundações adequadas para a teoria evolutiva e sua dinâmica particular. Acreditamos que qualquer formulação teórica deve ter precisamente esses ingredientes como o seu ponto de partida, pois essa descrição abstrata é a única que captura adequadamente as características básicas de uma evolução legitimamente darwinista com toda a sua riqueza. Em outras palavras, as individualidades que teremos que alocar a aptidão devem ter precisamente as características da variação, vínculo hereditário e diferença na aptidão ensejando um tipo específico de evolução. Tendo isso em mente, façamos uma análise mais criteriosa sobre as conclusões que podemos extrair desse mínimo teórico.

A primeira coisa que observamos é que o padrão que emerge se assemelha ao formato de uma receita, mas uma receita de um tipo especial: a receita para a mudança. “Diferenças em variação, herdabilidade e aptidão são apresentadas como ingredientes. Se nós os misturarmos, isso resultará em mudança evolutiva”<sup>6</sup>. Resumindo, há uma *dinâmica mecânica* no coração do darwinismo. Basta o mecanismo ser abastecido de maneira apropriada que a mudança resulta de maneira *absolutamente inevitável*.

Percebe-se, então, que o segredo explicativo do darwinismo reside nas consequências do funcionamento *sui generis* dessa engrenagem variacional, não na *replicação* de estruturas

---

<sup>6</sup> Variation, heritability, and fitness differences are presented as ingredients. If we mix them together, evolutionary change results (Godfrey-Smith, 2009, p. 19).

ao longo dessa seleção e suas possíveis “estratégias egoístas” que assegurem sua própria sobrevivência (Dawkins, 1976). Portanto, o processo da reprodução e sobrevivência diferencial se referia a um contexto dotado de uma especificidade irreduzível para o ambiente encontrado por uma população *naquela geração*. A mudança assume uma feição local e de curto prazo, não havendo espaço para uma tendência progressiva ou mesmo para a expressão de uma suposta estratégia duradoura para a sobrevivência e a reprodução.

Falar em estratégias, aliás, nos remete a uma segunda definição de aptidão que consideramos inadequada para expressarmos a fundação teórica do darwinismo, a chamada *aptidão ecológica*. O conceito de estratégia passa a ideia de “habilidade, astúcia, esperteza no conseguimento de um fim” (Garcia, 1964, p. 1626). Ao imputar essas habilidades aparentemente cognitivas a entidades como os genes, biólogos como Richard Dawkins (1976) forneceram uma poderosa heurística para avaliarmos os méritos dos cenários darwinistas que estamos conjecturando. Ao considerarmos que o darwinismo lida com uma competição relativa a um dado ambiente no processo da luta pela vida, os efeitos fenotípicos desses genes podem ser encarados *metaforicamente* como “estratégias” inseridas na mais “darwinista” das finalidades, a busca pela reprodução e sobrevivência diferencial em relação a um modo de vida específico. Qualquer efeito que venha, fortuitamente, a conferir vantagens nesse duelo reprodutivo pode ser encarado como uma maximização “egoísta” dos ganhos individuais que ele produz.

Ser “egoísta” no sentido darwinista passa a ser um sinônimo de “ser selecionado” dentro de um ambiente com tais e tais características, já que todas as entidades tidas como as “vencedoras” no famigerado processo da “luta pela vida” sobrevivem precisamente pela posse de propriedades capazes de distingui-las de seus pares dentro do ambiente em questão. Resumindo, os efeitos fortuitos dos genes podem ser interpretados como análogos a “estratégias egoístas” focadas na resolução dos “problemas” colocados pelo ambiente visando o próprio “interesse reprodutivo”, já que, na competição darwinista, apenas os melhores “estrategistas” sobrevivem.

É nesse sentido que os efeitos fortuitos dos genes podem ser encarados como estratégias: considerando que há uma dinâmica enfatizando os mais hábeis “lutadores” nessa arena darwinista, os genes selecionados serão aqueles que tiverem os efeitos que, circunstancialmente, serão os mais capazes de sobreviver e reproduzir, ou seja, os efeitos que os tornem os mais exímios “estrategistas” de uma população. Ainda que fortuitos, esses efeitos que conferem vantagens relativas aos genes podem ser vistos como o meio pelo qual eles maximizaram seus “interesses reprodutivos individuais”, já que, graças a eles, os genes

em questão podem se propagar diferencialmente pela população, “vencendo” a “luta pela vida”. Em outras palavras, a descrição intencional parece ser uma *metáfora* especialmente adequada para compreendermos *boa parte* da dinâmica darwinista.

Se tudo o que importa no darwinismo é a reprodução e a sobrevivência diferencial em uma população, pode-se dizer que, grosso modo, todos os efeitos de um gene que o ajudem a ser “vencedor” nessa “arena darwiniana” podem ser caracterizados como uma “estratégia egoísta” rumo à consecução do “objetivo” desse processo. Ser um “egoísta” significa ter alguma propriedade que o ajude a se reproduzir e a sobreviver diferencialmente na população, ou seja, a ser selecionado. Qualquer propriedade que maximize a aptidão de uma entidade estará contribuindo para a maximização do “interesse reprodutivo” da mesma, sendo, portanto, “egoísta” no sentido analisado. Por definição, todas as propriedades existentes constituiriam uma ode ao “egoísmo competitivo”, pois elas não passam dos frutos selecionados dentro desse *laissez-faire darwinista desenfreado* em que somente os mais aptos sobrevivem. Mesmo a mais ínfima das estruturas passa a ser enxergada como parte de uma estratégia dos genes para “vencer” a luta pela vida, configurando um programa de pesquisa em que as adaptações para a sobrevivência passam ser observadas em cada detalhe da vida, no qual tudo faz parte de uma “estratégia de sobrevivência” dos genes em competição com seus alelos.

É válido dizer que autores como Mary Midgley falharam em apreciar o caráter metafórico dessa abordagem ao afirmar que “Os genes não podem ser egoístas ou altruístas, do mesmo modo como os átomos não podem ser ciumentos, os elefantes abstratos ou os biscoitos teleológicos” (1979, p. 1). Apresso-me em afirmar que a nossa crítica à abordagem estrategista não segue as mesmas bases da ofertada por Midgley, de modo que gostaria de reiterar o meu apreço pela revolução intelectual que essa maneira de pensar constituiu para o darwinismo contemporâneo, bem como a compreensão de que essa descrição não passa de uma metáfora, e uma metáfora adequada para grande parte das situações. Pensar em termos de custo e benefício representou um enorme progresso no entendimento da dinâmica competitiva do darwinismo, em especial na evolução dos traços altruístas. Contudo, ao pensarmos as fundações teóricas da evolução, temos que oferecer algo mais do que simples razões pragmáticas para aceitarmos um ponto de vista. Ao considerarmos as bases teóricas do darwinismo, devemos contemplar a riqueza de processos que emergem da dinâmica seletiva de modo a observar todos os seus detalhes e é precisamente nesse ponto que a abordagem estrategista começa a fraquejar.



Vejamos, por exemplo, a já mencionada seleção dependente de frequência que explica as proporções sexuais 1:1 na maioria das espécies sexuadas. Considerar o atributo populacional de “ser o mais raro” como uma estratégia genética só poderia se justificar por exigências teóricas um tanto quanto exóticas. Para um gene agir “estrategicamente”, teoricamente ele deve depender do relacionamento de suas propriedades intrínsecas com o ambiente, não de proporções populacionais flutuantes que lhe são alienígenas. Ao constatar a natureza contextual da aptidão, começamos a entender a razão para a profunda desconfiança em relação ao paradigma estrategista: nem sempre a aptidão parece se conformar aos contornos de algo que se pareça minimamente com uma estratégia. A dinâmica evolutiva é substancialmente mais rica do que isso.

Por outro lado, os padrões macroevolutivos, ou seja, aqueles que acontecem do nível da espécie para cima, são praticamente abandonados por essa perspectiva que enfatiza exclusivamente a competição genética no nível intrapopulacional, esquecendo-se, portanto, da estrutura hierárquica da vida que iremos analisar com maiores detalhes no próximo capítulo bem como qualquer padrão evolutivo acima do nível das espécies, a macroevolução. Portanto, uma concepção exclusivamente “genocêntrica” tende a não enxergar padrões macroevolutivos, evidenciando uma séria falha de sua perspectiva.

Além do mais, falar em estratégias cria aquilo que o biólogo Richard Francis (2005) chamou de paranoia darwinista: todas as estruturas biológicas passam a ter uma agenda, uma razão de ser estrategista que nos leva a um adaptacionismo míope para as complexidades da história da vida, ainda que considerados apenas metaforicamente. A perspectiva estrategista enxerga uma razão mais profunda em todos os eventos evolutivos, fazendo com que fenômenos extrínsecos e descontínuos como os da deriva genética passem despercebidos em uma ótica teórica em que tudo deve ter uma interpretação “egoísta”, uma visão de maximização de interesses que relega o “acaso” evolutivo a um mero apêndice teórico raramente invocado. Sugerimos, então, que o abandono da ótica estrategista amplia as nossas possibilidades perceptivas, permitindo que possamos reconhecer a presença do “acaso” no caso concreto.

Pode-se dizer que os efeitos nocivos desse adaptacionismo estrategista desmedido se tornam claros em uma interpretação *quase-teleológica e dualista* conferida por Dawkins (1976) para o altruísmo humano. Como Dawkins enxerga a seleção natural como uma irrefreável competição egoísta entre os genes, a única forma que ele encontra desustentar um altruísmo humano legítimo é postulando que “Temos o poder de desafiar os genes egoístas

que herdamos... Somos os únicos na Terra com o poder de nos rebelar contra a tirania dos replicadores egoístas” (Dawkins, 1976, p. 343).

Ora, quem seria esse “nós” que independe amplamente dos genes ao ponto de poder se rebelar contra seus efeitos? Além do mais, quais seriam esses efeitos “programados”, *quase-teleológicos*, que nos obriga a usar uma linguagem dualista se quisermos ter a capacidade de revertê-los? Sabendo que Dawkins não é um dualista, muito menos um defensor da abordagem teleológica, creio que fica relativamente claro que temos um problema grave com sua visão para fundamentar a teoria evolutiva. A biologia evolutiva só permite colocações um tanto quanto deflacionárias sobre o conceito de “função” histórica de uma estrutura (Godfrey-Smith, 2009, p. 13), com um apelo ao “papel histórico” prestando apenas uma narração dos motivos que a levaram a ser selecionada.

Resumindo, a função histórica explica a origem e a manutenção de uma estrutura em uma população (Allen, 2003) sem com isso se reduzir a uma teleologia que exija uma espécie de revolta contra a “tirania programada” de nossos replicadores. Não há qualquer razão evolutiva para adotar uma visão de função histórica que “olhe para frente” de uma maneira tão ambiciosa como a proposta por Dawkins, ou seja, que limite antecipadamente as possibilidades funcionais de uma estrutura de uma maneira praticamente teleológica. Funções etiológicas não passam de explicações “olhando para trás”, explicando as questões concernentes à origem e à manutenção de uma estrutura ao longo de sua história, de modo que não há qualquer “tirania programada” que tenhamos que conquistar caso desejemos agir altruisticamente.

Vemos então que, na visão de Dawkins, a aptidão se resumiria ao fato das entidades biológicas serem capazes de resolver os “problemas” colocados pelo ambiente em que elas vivem. A entidade que melhor resolvesse esses “desafios” ambientais se “replicaria” de maneira mais eficiente e, portanto, seria a mais apta. É a isso que se resume o dito “egoísmo” dos genes. Dessa forma, nos deparamos com uma definição ecológica que está umbilicalmente conectada à noção de adaptação, já que resolver os problemas levantados pelo ambiente nada mais seria além da boa e velha adaptação darwinista às circunstâncias locais.

Ficamos, assim, com uma imagem clássica do darwinismo em que a adaptação ecológica assume simultaneamente o papel do *explanans* e do *explanandum* de nossa discussão (Ariew & Lewontin, 2004, p.2). O “se adaptar” ao ambiente serve como uma explicação para a sobrevivência diferencial das entidades que constitui a seleção natural propriamente dita, ao passo que o intrincado fenômeno resultante desse processo - as adaptações - é que cria uma demanda por um mecanismo evolutivo capaz de explicar suas

complexidades, assumindo, assim, essa característica de resolução de problemas ambientais imaginada pelo processo do “se adaptar”. É nesse sentido que a adaptação assume os traços de um conceito que explica os fenômenos de interesse do darwinismo ao mesmo tempo em que constitui o próprio fenômeno a ser explicado.

Quanto à questão de saber se todas as dinâmicas evolutivas podem ser descritas como a resolução de um suposto problema ambiental ou como algum tipo de “estratégia egoísta”, cremos que podemos sacramentar a resposta negativa com um exemplo que ajude a clarificar a nossa contestação. Como colocam Ariew & Lewontin, em uma espécie com gerações sobrepostas em que o tamanho da população esteja diminuindo, um tipo que alcance a idade reprodutiva de maneira relativamente tardia tenderá a aumentar suas proporções na população, mesmo que o referido atraso no desenvolvimento ocorra somente por conta de uma deficiência na consecução dos recursos necessários para a realização do processo embriológico (2004, p. 350). Em outras palavras, longe de constituir uma “adaptação estrategista”, o exemplo em questão revela como a dinâmica evolutiva pode favorecer até mesmo os “menos adaptados”, desde que tenhamos o contexto adequado.

O mais apto não necessariamente será o mais adaptado em um sentido estrategista de longo prazo. A dinâmica populacional é significativamente mais circunstancial do que as simples “estratégias” ecológicas podem descrever, razão pela qual uma aptidão focada exclusivamente em questões ecológicas não pode explicar todos os cenários evolutivos. Essa, aliás, é a razão para que uma teoria populacional da evolução seja superior ao darwinismo adaptacionista puro e simples: cenários exclusivamente populacionais como o mencionado passam a ser reconhecidos, explicando a razão pela qual a mera adaptação das individualidades ao meio ambiente não explica todas as dinâmicas evolutivas existentes. Em outras palavras, o adaptacionismo puro e simples não compensa, já que ele insiste na busca por explicações funcionais em um universo que é completamente compatível com o “acaso” evolutivo da deriva genética.

Concluimos, então, que uma visão estrategista é incapaz de capturar a sutileza de todas as dinâmicas seletivas relevantes como, por exemplo, a existente em populações com gerações sobrepostas e os casos de deriva genética. Voltamos, portanto, a uma visão deflacionária do conceito de aptidão, bem como uma definição significativamente mais abstrata do que constitui “evoluir por seleção natural”. É diante dos percalços da visão estrategista que entendemos a razão para que os resumos abstratos como o proposto por Lewontin (1985a) sejam a descrição mais acertada para a dinâmica darwinista: ao expressar uma visão generalista e abstrata do processo da evolução populacional, a definição é capaz de

nos conceder um resumo mais coeso sobre as atividades que são realmente fundamentais para sua operação.

Se repararmos no referido resumo abstrato com a devida atenção, constataremos que o conceito de aptidão utilizado não é uma medida invocada como o fator explicativo *do porquê a evolução ocorre*, mas sim como um recurso conceitual que expressa que, por alguma razão referente a um contexto, uma variedade deixou mais descendentes do que a outra, sendo, por isso, a mais apta. Uma variedade não sobrevive e se reproduz por ser a mais apta, mas sim é a mais apta porque sobrevive e se reproduz, sendo a aptidão o conjunto que congrega as causas responsáveis pelo fenômeno analisado. Desse modo, em resumos abstratos como o de Lewontin (1985a), a aptidão não é uma *propriedade* que uma entidade possui, mas sim um resultado que certas causas locais *realizam*. É através da constatação desses resultados *já realizados* que auferimos o rótulo da aptidão, restando ao evolucionista elencar essas causas responsáveis pela dinâmica evolutiva naquela ocasião, bem como a considerar os fatores relevantes para montar uma abordagem minimamente preditiva dentro dessas condições. Tal conceito se chama *aptidão realizada e é a essa versão minimalista do conceito que vamos nos ater em nossa análise*.

Quando dizemos que estamos diante de uma versão minimalista do conceito, estamos nos referindo ao fato de que estaremos explicitamente abrindo mão de interpretar a aptidão como algum tipo de *propensão estatística* para um resultado “esperado”. Afinal, falar em “aptidão esperada” de uma determinada entidade significa dizer que esta “propensão” pode vir a não ser “realizada”, fato que, por si só, lança forte suspeita nessa maneira de descrever as coisas. Além do mais, não só a abordagem da propensão tem a consequência negativa de descrever alguns resultados evolutivos nos termos de “propensões não realizadas”, mas também ela falha em esclarecer as distinções importantes dentro da teoria evolutiva que ela deveria elucidar como, por exemplo, a existente entre a seleção natural e a deriva genética, bem como o desafio imposto pela asserção de que a teoria não passaria de uma teleologia. Em suma, essa abordagem tem um ônus considerável sem, com isso, trazer qualquer bônus palpável. Não pretendemos nos alongar em nossas críticas à visão da propensão, mas preferimos seguir apenas com a visão da aptidão realizada por crer que, a partir dela, podemos responder todas as questões teoricamente relevantes sem, com isso, nos comprometermos com as implicações impostas pela versão da propensão.

Dessa forma, responder à questão sobre quais fatores explicativos correspondem à referida aptidão realizada assume um caráter de uma tarefa altamente contextualizada, demonstrando que estamos diante de um conceito descritivo de um resultado reprodutivo

*realizado em uma dada conjuntura*. A única tarefa conceitual do termo aptidão *assim definido* é aglutinar coerentemente as interações causais que tenham sido evolutivamente relevantes para o caso em questão, ou seja, uma “família de propriedades relacionadas à aptidão” (Godfrey-Smith, 2009, p. 30). Longe de explicar a dinâmica da evolução a partir de um conceito mágico de aptidão, os resumos abstratos como o de Lewontin simplesmente congregam as variadas causas que a explicam de uma maneira contextualizada, restando ao evolucionista a descrição dos fatores relevantes em cada caso. É nesse sentido que esses resumos explicam de uma maneira abstrata *o que é* a evolução, mas deixam de lado a questão do “*como*” essa evolução se materializa em cada contexto, contentando-se com um rótulo excessivamente genérico em sua explicação.

Enquanto o “*como*” é sempre uma medida altamente contextual e complexa, a questão concernente ao “*o que é*” essa evolução se resume a explicações amplamente abstratas e, por isso, pouco elucidativas quando aplicadas aos casos concretos, especialmente nas explicações sobre a origem de estruturas complexas como, por exemplo, o cérebro humano. É precisamente a produção dessas abstrações que convidam as famosas acusações infundadas de que as explicações baseadas na seleção natural não passam de meras tautologias (e.g., Popper, 1974). É fácil perceber a razão pela qual esses resumos teóricos abstratos sempre tenham demonstrado uma notável insubordinação a certas concepções dedutivo-nomológicas do que constitui uma explicação científica. Afinal, como expor a partir de uma lei algo tão cambiante e dependente de contexto quanto a noção de aptidão? De fato, falar em aptidão nessas descrições abstratas da teoria parece invocar uma simples tautologia.

Se os evolucionistas restringissem suas *explicações* para uma dinâmica evolutiva ao simples apelo a noções como esse uso não contextualizado do termo aptidão, de fato eles não estariam ofertando nada além de uma tautologia insossa. Entretanto, explicações evolutivas costumam conter a *descrição causal* sobre as interações ecológicas que tenham sido especialmente relevantes para a dinâmica evolutiva em questão, ou seja, eles definem contextualmente o que é “ser o mais apto” através de uma teoria que invoca explicitamente relações causais com o ambiente, dentre outras variáveis relevantes para a evolução em questão.

Em outras palavras, explicações evolutivas baseadas no mecanismo da seleção natural e no conceito de aptidão assumem uma feição inerentemente restrita, pois elas sempre levam em conta algumas variáveis contextuais como, por exemplo, o padrão de herança existente naquela população. Para expressar uma dinâmica evolutiva a definição tem de enfatizar sobretudo o caráter *relativo* do processo, isto é, a maneira pela qual uma entidade estaria

interagindo com um meio ambiente com características específicas. É naquele ambiente, e só naquele ambiente, que uma entidade tida como a vencedora na dita “luta pela sobrevivência” pode ser vista como a “mais apta”.

Além disso, conforme observamos anteriormente, mais do que descrever as interações ecológicas das individualidades de uma população com o ambiente, o evolucionista deve salientar que a aptidão se dá de uma maneira *relativa*, ou seja, dependente do contexto populacional em que a “luta pela vida” darwinista se desenvolve. Assim sendo, ficamos diante de um aparente paradoxo: seria a aptidão uma propriedade dos indivíduos materializando as interações causais com o ambiente ou seria ela uma propriedade populacional análoga ao relacionamento do conceito de entropia com um sistema termodinâmico? Assim como a entropia não diz respeito às moléculas individuais de um sistema termodinâmico, também a aptidão poderia ser uma propriedade da população como um todo diante dessa interpretação *exclusivamente populacional*.

Esse aparente paradoxo gerou compreensões muito diversas da teoria evolutiva, compreensões essas que podemos englobar em duas famílias distintas: as que tendem mais para descrições causais ou ecológicas, e aquelas que são mais propensas para abordagens estatísticas dos resultados evolutivos. Interpretações estatísticas sobre a seleção natural assumem um caráter em que não há mais uma necessidade por uma descrição causal minuciosa do processo. Assim como a termodinâmica estatística não tem qualquer interesse sobre a trajetória individual das moléculas que compõem um sistema termodinâmico, os detalhes das biografias das entidades que constituem uma população supostamente não diriam respeito às generalizações estatísticas abordadas pela biologia evolutiva. Representar a evolução estatisticamente significa ignorar certos detalhes para, dessa forma, elaborar uma descrição das tendências centrais da história da vida como médias e frequências estatísticas. De uma maneira um tanto quanto extrema, a própria aptidão passa a ser descrita como uma mera medida da mudança evolutiva, ou seja, uma medida que dispensa descrições causais, sendo um conceito *puramente estatístico* (Matthen & Ariew, 2002, p. 56).

Por outro lado, a representação causal almeja descrever a evolução em termos das interações ecológicas que tenham afetado os rumos dessa evolução, de modo que explicações que se limitem à descrição de médias e frequências serão menos toleradas do que na versão estatística. A verdadeira ambição de uma representação causal é oferecer explicações ecológicas, ou seja, explicações que envolvam a interação das entidades biológicas com o seu ambiente - incluindo fatores bióticos e abióticos - e a conseqüente influência que essas interações diretas têm em suas *aptidões realizadas*. Nessa visão, nós certamente poderíamos

oferecer descrições puramente estatísticas para a mudança evolutiva. Contudo, para os proponentes da representação causal, o verdadeiro objetivo da teoria evolutiva é descrever essa evolução *ecologicamente*, com a aptidão sendo uma propriedade vinculada aos indivíduos que estabelecem as interações ecológicas em questão (Bouchard & Rosenberg, 2004).

Pode-se dizer, então, que, parcialmente, o debate sobre os níveis de atuação da seleção natural foi contaminado por um embate entre a representação causal e a estatística como diferentes maneiras de se enxergar a dinâmica seletiva, de modo que é oportuno fecharmos nossa exposição sobre a aptidão com algumas palavras sobre o tópico. Acreditamos que o estabelecimento de algum tipo de oposição entre a abordagem causal e a estatística constitui um grave equívoco. Como vimos, a teoria evolutiva é um fenômeno inerentemente populacional, sendo, por isso, passível de ser descrita de uma maneira estatística. Contudo, as médias e frequências estatísticas são *instanciadas* a partir de interações causais de suas individualidades com os seus ambientes ecológicos que *incluem a própria estrutura populacional local*. Tratar da evolução causalmente significa enfatizar a população sob um prisma ambiental, sendo as causas oriundas dessas estruturas populacionais altamente relevantes para a constituição de uma dinâmica evolutiva. Em outras palavras, o conceito de população não é um monopólio da abordagem estatística.

Caso decidamos nos restringir àquilo que chamamos de cinemática da evolução, podemos apelar livremente apenas para a descrição estatística sem maiores problemas. No entanto, isso se refere a uma escolha pessoal do autor, não ao processo em si, que, enfatizamos, segue tendo essa natureza híbrida entre os aspectos populacionais e individuais. Para descrever a dinâmica da evolução, ou seja, a evolução com as suas causas, devemos obrigatoriamente apelar para uma descrição que inclua essa interface entre os indivíduos, a estrutura populacional e o ambiente físico onde ela ocorre, fazendo com que a causalidade envolvida tenha um importante papel teórico a prestar. Portanto, acreditamos que ambos os tipos de representação iluminem aspectos essenciais dos fenômenos investigados pela teoria evolutiva, fato que nos leva a acreditar que uma suposta oposição entre elas é um equívoco. Tendo estabelecido um terreno firme sobre o que significa evoluir por seleção natural, passemos agora para uma análise dos conceitos de indivíduos e reprodução.

## 2 INDIVÍDUOS, REPRODUÇÃO E OS NÍVEIS DA SELEÇÃO NATURAL

No primeiro capítulo, nós analisamos o que significa “evoluir por seleção natural”, no entanto, não especificamos quais seriam as entidades envolvidas neste processo, ou, mais precisamente, quais são “os objetos” da dinâmica seletiva proposta por Darwin. Apesar de esta ser uma controvérsia que se arrasta desde a publicação de *A Origem das Espécies*, a polêmica sobre quais seriam os “níveis de atuação” da seleção natural segue inspirando acalorados debates, de modo que uma análise filosófica sobre o seu desenvolvimento conceitual pode ajudar a clarificar alguns pontos sensíveis, enriquecendo a apreensão cognitiva do escopo teórico do darwinismo contemporâneo em uma de suas questões mais fundamentais.

Entretanto, antes de podermos mergulhar no desenvolvimento histórico e filosófico do debate propriamente dito, precisamos elucidar a natureza de alguns conceitos que, em nossa interpretação, encontram-se no centro das controvérsias existentes: as noções de indivíduo e de reprodução. Afinal, em última instância, perguntar quais são os níveis ontológicos envolvidos em uma dinâmica seletiva significa, antes de tudo, levantar uma questão referente à natureza da individualidade envolvida na seleção natural (Chediak, 2008, p. 28), um processo iniciado pela reprodução.

Portanto, os conceitos de individualidade e de reprodução se encontram no centro nevrálgico da lógica selecionista, demonstrando que uma discussão sobre o problema dos níveis da seleção deve esclarecer as nuances cognitivas por trás desses conceitos, possibilitando, então, uma compreensão mais robusta do que está em jogo nesse famigerado debate dos “níveis da seleção”.

### 2.1 Indivíduos biológicos e o debate sobre os níveis da atuação da seleção natural

O conceito de individualidade biológica pode aparentar ser uma verdadeira contradição. Afinal, em uma primeira análise, ser uma individualidade aparenta ser algo uno, indivisível. Todavia, as entidades biológicas são sempre compostas por individualidades de um nível inferior como, por exemplo, os átomos e moléculas da química, fato que demonstra que a noção biológica de individualidade não corresponde a uma entidade verdadeiramente “individual”, isto é, indivisível. Desse modo, indivíduos biológicos são sempre coletivos, sendo que, muitas das vezes, o que a compõe é outro tipo de individualidade biológica, demonstrando o grau do paradoxo com que estamos lidando.



Porém, à primeira vista, pode parecer que os indivíduos que povoam os estudos científicos da vida parecem constituir verdadeiras obviedades. Afinal, todos estão acostumados a observar, ao longo de suas atividades diárias e irrefletidas, inúmeros animais e plantas ativamente esbanjando uma coerência temporal e espacial em suas interações com a natureza. Por exemplo, todos nós sabemos apontar com precisão a quantidade exata de gatos ou cachorros que possuímos em nossas casas, bem como contar com facilidade o número de árvores presentes na rua em que vivemos, de modo que a individualidade de um organismo biológico como um cachorro *parece* se apresentar para os nossos sentidos como um tipo de entidade “clara e distinta”, isto é, uma percepção conceitual para além de qualquer contestação capaz de ser notado até mesmo por uma criança.

Na verdade, pode-se dizer que o espírito iluminista de classificar e catalogar os seres vivos em exposições ordenadas em museus ao redor do mundo parte precisamente desta apreensão intuitiva de que as entidades biológicas são individualidades nitidamente discerníveis umas das outras, isto é, entidades incapazes de suscitar qualquer tipo de preocupação acerca de sua existência, restando ao investigador a simplória tarefa de classificá-las ordenadamente.

Portanto, ao se destacarem para os nossos sentidos de uma maneira tão clara do resto do universo físico, esses organismos criam a impressão de que estamos diante dos contornos inconfundíveis dos átomos biológicos, ou seja, de seres manifestamente singularizados capazes de convencer as nossas intuições para além de qualquer dúvida de sua existência autônoma. Isto é, eles parecem ser o “objeto mínimo” inconfundível para uma análise científica da vida, com suas fronteiras em relação ao ambiente se apresentando como constatações imediatamente claras até mesmo para o mais rigoroso dos observadores. Seriam, então, unidades contáveis básicas para a cognição humana, ou seja, indivíduos biológicos claros e distintos para qualquer análise científica.

No entanto, se resolvermos analisar mais cuidadosamente as entidades que os biólogos se deram ao trabalho de nomear, conferindo-lhes, portanto, uma espécie de individualidade, pode-se perceber que o quadro que emerge é substancialmente mais rico do que o que estávamos esperando a partir dessa visão de senso comum em relação a entes espacialmente bem delimitados. Para ficarmos restritos às “individualidades” nomeadas como partes do microcosmo biológico que constitui o corpo humano, podemos constatar a existência de unhas, pelos, tendões, pele, músculos, sangue, células, genes, olhos, língua, orelhas, sendo esses apenas uma pequena fração restrita ao diminuto universo do corpo humano, um reles exemplar da grandiosidade do conjunto dos entes biológicos. Além do

mais, todas essas entidades biológicas não passam de coletividades compostas por “individualidades” analisadas por outros ramos do saber, como a química e a física, evidenciando que os contornos individuais dessas entidades não se estabelecem de uma maneira simples.

Portanto, mesmo uma entidade que, outrora, julgávamos ser bem delimitada espacialmente como o corpo humano, revela ser, na verdade, um mosaico composto por outras “individualidades”, evidenciando que o quadro ontológico da biologia é substancialmente mais nebuloso do que supúnhamos inicialmente. Desse modo, não é exatamente uma surpresa que, mesmo depois de uma análise tão detalhada sobre o processo da seleção natural, nós não tenhamos conseguido estabelecer exatamente qual o objeto selecionado na dinâmica darwinista, considerando que a seleção não estaria atuando sobre entes discerníveis na prática.

Desse modo, ao utilizarmos os organismos como a unidade básica de uma descrição evolutiva, ou seja, como os nítidos representantes da individualidade darwinista no processo da “luta pela vida”, julgamos estar plenamente justificados, como se estivéssemos nos deparando com uma noção livre de qualquer dificuldade, uma concepção em que os agentes desse processo darwinista se apresentam de forma absolutamente cristalina para nossas investigações.

Entretanto, se pudéssemos dar um zoom para poder observar melhor a constituição do corpo do leitor, nós perceberíamos com clareza as inúmeras células que compõem seus olhos, bem como os neurônios que povoam seu cérebro como pequenas peças em um grande mosaico. Além do mais, ao repararmos nessas células com a devida atenção, percebemos que as suas fronteiras espaciais estão igualmente bem delineadas e que suas atividades fisiológicas estão perfeitamente sincronizadas através do tempo, ao ponto de começarmos a conjecturar a razão para que elas próprias não possam assumir o papel de agentes independentes na eventualidade de um processo evolutivo, dispensando inteiramente uma descrição sobre o processo seletivo atuando no nível de um corpo multicelular análogo ao do leitor.

Em outras palavras, será que essas células possuem algum tipo de individualidade evolutiva? Caso elas a tenham, será que essa individualidade relega o organismo multicelular ao posto de um mero epifenômeno de uma competição celular ou será que ambos os níveis podem coexistir harmonicamente como alvos da seleção? De fato, a nítida demarcação entre o início e o fim de uma célula no espaço e a precisa sincronia temporal de suas atividades abala nossa intuição sobre uma individualidade multicelular clara, livre de ambiguidades, criando a questão sobre qual seria o relacionamento entre esses níveis ontológicos na eventualidade de

um processo seletivo. Afinal, ao menos em uma análise intuitiva, as células parecem ser indivíduos por seu próprio direito.

Indo ainda mais além em nossa aproximação focal ao corpo do leitor, ingressaríamos pela membrana de qualquer uma de suas células, passaríamos por inúmeras organelas e, chegando ao núcleo, poderíamos enxergar os cromossomos retorcidos, todos eles preenchidos pela famosa dupla-hélice do DNA. Novamente, o quadro que emerge é o de entidades relativamente bem delineadas no espaço e no tempo, colocando a individualidade evolutiva absoluta e manifesta do organismo multicelular mais uma vez em xeque. Dessa forma, ao falarmos em um processo de “seleção” de entidades, estamos falando em seleção de quê? Como a ontologia biológica parece se constituir de um complexo entrelaçamento de entidades, a resposta para essa pergunta permanece uma verdadeira incógnita.

Para complicar ainda mais esse cenário, se resolvêssemos inverter a ordem de nossa abordagem e “aumentar” a escala dessa análise focal da estrutura hierárquica da vida, perceberíamos que o leitor faz parte da espécie humana, do gênero *Homo* e da ordem dos primatas, sendo todas essas categorias englobadas em classificações cada vez mais gerais para a organização da vida. Seriam esses níveis mais abrangentes, eles próprios, alvos da seleção natural? Diante da profusão de perguntas complexas, o cenário que emerge é o de uma profunda indeterminação no “objeto” selecionado dentro da dinâmica darwinista, fazendo com que uma análise filosófica sobre o problema dos níveis de atuação da seleção natural se torne especialmente saliente.

A constatação dessa diversidade torna-se ainda mais proeminente se repararmos que quase todas essas entidades entrelaçadas dentro do corpo do leitor podem encontrar análogos na natureza com uma vida independente, ou seja, que são indivíduos por seu próprio direito. Por exemplo, a vida de uma entidade composta por uma única célula eucarionte é representada por muitas linhagens do reino protista, ao passo que a esplendorosa riqueza das bactérias ilustra a vida celular procarionte. Portanto, basta nomear uma estrutura contida dentro do corpo do leitor para encontrarmos um indivíduo análogo com uma forma de vida independente na natureza.

Na verdade, a vida apresenta uma diversidade que supera com facilidade qualquer analogia com as estruturas presentes no corpo humano. Basta contemplarmos a robusta árvore da vida para que possamos perceber a grandeza da diversidade das formas vivas com que estamos lidando. Por exemplo, se formos utilizar o número de espécies registradas como parâmetro, constataremos que existem 440 espécies de primatas (Mittermeier *et al.*, 2013), 10 mil espécies de aves (Clements, 2007), 160 mil espécies de borboleta (Zhang, 2013) e a

incrível cifra de 400 mil espécies de besouros (Zhang, 2013), todas elas com estruturas igualmente complexas, capazes de adicionar um novo nível de complexidade à hierarquia da vida. Some isso ao fato que todas essas entidades interagem na formação de comunidades, ecossistemas e da biota propriamente dita, que teremos um quadro complexo para nossa ontologia e os relacionamentos causais que elas ensejam, fazendo com que a noção de indivíduo contida na operação da dinâmica darwinista represente um verdadeiro enigma.

Desse modo, a ontologia biológica é essencialmente *hierárquica*, composta por um complexo relacionamento que resulta em uma dificuldade praticamente intransponível para qualquer tipo de análise evolutiva que almeje ser linear e cristalina. O composto químico do DNA se retorce em cromossomos que, por sua vez, estão contidos no núcleo celular, células essas que formam tecidos, todas elas agrupadas em órgãos e sistemas, compondo, por fim, um organismo multicelular que é representado em nosso experimento mental pela figura do leitor. Indo ainda mais além, organismos formam populações, que compõem espécies e assim por diante até chegarmos aos “domínios”, o nível final de classificação da biota, a vida como um todo coeso.

Temos, portanto, uma profusão de *níveis* biológicos operando na natureza, a maioria deles com uma demarcação igualmente intuitiva através do espaço e do tempo, demonstrando o profundo grau de indeterminação referente à questão sobre quais seriam os agentes selecionados na eventualidade da operação do mecanismo da mudança evolutiva darwinista. É importante percebermos, então, que, ao falarmos em níveis ontológicos, queremos dizer que existe uma relação parte/todo em que as entidades no nível  $n$  são compostas, ao menos em parte, por entidades no nível  $n-1$  (Godfrey-Smith, 2009, p. 109). Dito de outra forma, a ontologia biológica apresenta uma relação hierárquica em que as partes compõem um todo que, por sua vez, podem constituir os tijolos para a construção de uma nova coletividade, demonstrando que o estudo científico da vida se depara com um complexo entrelaçamento ontológico capaz de confundir até mesmo o mais arguto dos estudiosos.

Ao falarmos em “seleção para” determinado indivíduo, partimos da pressuposição tácita que conhecemos exatamente o tipo de entidade capaz de assumir o papel dessa individualidade darwinista na natureza. Contudo, diante da assombrosa sobreposição ontológica que acabamos de analisar, a resposta para essas questões assume um ar de uma misteriosa interrogação, evidenciando que precisaremos efetuar uma minuciosa investigação da noção de indivíduo para clarificarmos a situação dos níveis de atuação da seleção natural.

Diante de tamanha complexidade ontológica, talvez a atitude mais coerente seja uma concepção um tanto quanto liberal sobre o que constitui a individualidade biológica. Talvez

um indivíduo seja tudo aquilo que uma área de estudos dentro das ciências biológicas deseje descrever com maiores detalhes. Ficaríamos, então, com um quadro ontológico extremamente diverso, com entes tão distintos quanto um fêmur e ecossistemas partilhando o mesmo status de indivíduos analisados pelas ciências da vida. Considerando que há padrões interessantes a serem desvendados nesses tipos de “individualidade”, creio que algo próximo desse pluralismo ontológico seja a atitude mais correta diante da complexidade dos fenômenos da vida. De fêmures a ecossistemas, a biologia parece oferecer uma profusão de “indivíduos” que simplesmente não pode ser ignorada, fato que torna a opção pluralista a escolha mais palatável para analisar todas as nuances da vida, com a validade desses “postulantes a entidades biológicas” sendo auferida pragmaticamente com base em seu valor prático nas investigações.

Contudo, uma análise filosófica do conceito de indivíduo busca desvendar os critérios por trás dos processos de individuação adotados na biologia, de modo que uma abordagem puramente descritiva das práticas de individuação adotadas nas áreas de estudo dos fenômenos da vida não será suficiente para nossas ambições cognitivas. Considerando que a nossa análise se centra em uma concepção particular de indivíduo, a saber, aquela levantada pela biologia evolutiva, não podemos nos contentar com simples descrições, sobretudo quando constatamos a necessidade intrínseca que os estudos evolutivos têm de realizar uma espécie de “contagem” das entidades existentes a fim de atribuir a “moeda” fundamental do jogo darwinista, a da aptidão.

Precisamente por partir de uma dinâmica competitiva, o darwinismo tem na individuação dos entes que compõem uma população darwinista uma de suas características essenciais, sendo a análise dos critérios teóricos utilizados para a delimitação das fronteiras individuais um dos maiores desafios que uma investigação filosófica de seu corpo teórico terá que lidar. Precisamos, portanto, encontrar um ténue equilíbrio entre um pluralismo salutar que reconheça a diversidade das entidades biológicas e um critério teórico rígido o bastante para atender às necessidades formais do paradigma darwinista.

Dessa forma, precisamos esclarecer os critérios de individuação para, a partir disso, poder realizar as operações de contagem vinculadas ao conceito de aptidão sem qualquer ambiguidade, isto é, embasados por concepções teóricas sólidas. Apesar de o pluralismo ser uma atitude benéfica diante da confusão ontológica do estudo da vida, nós precisamos embasá-lo coerentemente ao esclarecer os critérios existentes por de trás desses processos de individuação. Procuramos, então, uma noção de indivíduo em um sentido mais forte, uma que não tenha somente validade descritiva e instrumental para determinado ramo do estudo da

vida, mas que possua, também, uma lógica teórica subjacente que sustente sua reificação em um contexto seletivo.

Diante dessa constatação, percebemos que certas entidades podem ser indivíduos em um sentido mais brando, salientando apenas certas propriedades com um valor instrumental em uma dada conjuntura pragmática, mas, ao mesmo tempo, serem excluídas da condição de individualidades quando os critérios teóricos se tornem mais específicos e rigorosos. Identificaremos a visão de individualidade mais branda a partir da expressão “concepção liberal de individuação”, ao passo que a individualidade formada por critérios teóricos mais “rígidos” será descrita simplesmente como individuação propriamente dita.

## 2.2 A individualidade em um sentido liberal e o critério genético para a individuação

Para iniciarmos a nossa busca por um critério de individuação mais rigoroso, precisamos, primeiramente, entender os pressupostos adotados pela noção que chamamos de liberal, isto é, pela concepção intuitiva, irrefletida e instantânea sobre a individuação, destacando, então, seus elementos verdadeiramente basilares. Individualidade no sentido *lato* como esse do critério de senso comum significa, antes de tudo, um recorte espaço-temporal capaz de ser singularizado de uma maneira relativamente livre de ambiguidade, com sua reificação partindo de uma nítida demarcação entre suas fronteiras e o ambiente que o cerca de uma maneira que praticamente prescinde de uma justificção. Ou seja, o “indivíduo” se apresenta para os nossos sentidos como algo automaticamente destacado de seu entorno, sendo a qualidade da individualidade baseada em uma emancipação espaço-temporal manifesta proveniente de propriedades próprias que o distingam do resto de seu ambiente em suas interações causais com o resto do universo.

Ser um indivíduo nessa concepção liberal significa, então, apresentar uma integração espaço-temporal capaz de apartá-lo de seus arredores de uma maneira relativamente óbvia para o nosso entendimento, com a apresentação de suas propriedades singulares materializando sua aparente independência em relação a seu ambiente com absoluta clareza. Indivíduos seriam, portanto, entidades “contáveis” que rapidamente conseguimos identificar a partir de nossos sentidos, conferindo-lhes um nome que propicie sua resoluta identificação.

Assim, um fêmur constitui um “indivíduo” nessa concepção liberal precisamente por ser destacado do resto do corpo que ele compõe com certa facilidade, sendo suas propriedades intrínsecas extremamente diversas dos outros entes que o cercam. Fêmures são brancos, têm uma constituição física rígida, dentre outras características que o distinguem de tecidos

musculares e epiteliais, bem como de qualquer outra parte do “ambiente” que com ele mantenha contato. Em outras palavras, fêmures são paradigmas de “indivíduos” biológicos sob esse critério liberal, sendo a sua individuação uma maneira instrumental de destacar uma entidade fisicamente coesa e qualitativamente diferente de seu entorno.

No entanto, assim que pressionamos esse critério “espaço-temporal” com investigações mais específicas, percebemos que as condições existentes na natureza não são assim tão cristalinas, de modo que uma análise mais robusta sobre o critério de individuação se torna uma verdadeira necessidade. Consideremos, por exemplo, as árvores da espécie *Populus tremuloides*, oriundas da América do Norte. À primeira vista, uma floresta povoada por essas árvores não parece apresentar nada de anormal. Na verdade, quando observadas da superfície, elas nos parecem demasiadamente usuais, um nítido exemplo de individualidades arbóreas corriqueiras que falham em cativar a atenção de alguém interessado nos casos limítrofes da concepção espaço-temporal de individualidade.

Entretanto, a suposta “floresta” com inúmeras “árvores” é, na verdade, uma imensa colônia-clonal conectada por um complexo sistema de raízes subterrâneas (Godfrey-Smith, 2009, p. 71). A colônia-clonal nomeada Pando, por exemplo, consiste em aproximadamente 47 mil árvores geneticamente idênticas que, apesar de aparentarem uma absoluta independência física quando observadas a partir da superfície, se encontram conectadas por esse assombroso sistema de raízes subterrâneas do qual todas as referidas árvores provêm (Grant, 1993; Mitton & Grant, 1996). Seria Pando uma única individualidade biológica ou uma intrincada floresta recheada de indivíduos fisicamente conectados por esse estranho sistema subterrâneo? Colocado de outra maneira, o surgimento de uma única árvore representa um nascimento ou apenas o crescimento das partes de uma colônia-clonal unificada como uma individualidade difusa? Na ausência de um critério teórico mais específico, ficamos perdidos diante de tamanha complexidade, reforçando a necessidade de esclarecermos os métodos que deveriam orientar os processos de individuação.

De maneira ainda mais dramática, existem organismos que, apesar de estarem completamente separados fisicamente, apresentam uma uniformidade genética típica de uma única entidade biológica, sendo, para todos os efeitos, clones geneticamente idênticos. Todas as árvores da maçã “Red Delicious”, por exemplo, são clones fisiologicamente independentes de um indivíduo que iniciou uma linhagem em Iowa, nos Estados Unidos (Pollan, 2002). Seria o surgimento de uma dessas macieiras um exemplo de reprodução ou de crescimento?

Considerando a importância da hereditariedade para a emergência da dinâmica darwinista, a ênfase em uma concepção de individualidade que se conforme aos ditames

intuitivos de que esta seria, necessariamente, algo coeso no espaço-tempo parece absolutamente deslocada. Afinal, diante de uma ótica evolutiva, as macieiras da “Red Delicious” representam, todas elas, partes da mesma individualidade genética. Não há, ali, nenhuma variação que nos permita considerá-la uma população darwinista contendo múltiplas individualidades participando de uma competição evolutiva. Aparentemente, o surgimento de cada um desses “clones” seria apenas um exemplo de crescimento vegetativo de um estranho “indivíduo” que carece de qualquer conexão física entre suas partes, tornando o acoplamento espacial um critério demasiadamente rígido para analisar a evolução. Afinal, a dinâmica darwinista aparenta ser completamente cega para o fato concernente à disposição física das partes de seus indivíduos. Tudo o que ela se interessa é saber se há, ou não, variações hereditárias com diferenças na aptidão alimentando a evolução, pouco importando o modo como seus indivíduos se organizam no espaço-tempo.

Não há como negar, porém, que a relação entre o critério genético e a formação de entidades fisiologicamente separadas não parece satisfazer nossas intuições sobre a importância da individualidade orgânica. Apesar de o critério genético ter maiores afinidades com as exigências formais colocadas por uma concepção que siga a lógica da teoria darwinista, o fato de ele ignorar a independência fisiológica das “partes” parece violentar nossas intuições de que há algo qualitativamente distinto a ser destacado nessa separação fisiológica. Em suma, ainda que suas ressalvas quanto a um critério que enfatize exclusivamente o recorte espacial como a propriedade definidora da individualidade pareçam acertadas, nossa intuição indica que uma simples análise genética dos indivíduos não parece fazer jus a existência de uma separação física que tão nitidamente se apresenta aos nossos sentidos. Analisemos, então, outros casos semelhantes para investigar o mérito das conjecturas de nossas intuições.

Outros exemplos desses indivíduos que têm suas partes “espalhadas” através do espaço físico incluem plantas produzidas a partir de um processo de reprodução assexuada de sementes, chamado de apomixia. Por exemplo, alguns girassóis são produzidos a partir desse processo de reprodução assexuada, iniciando a existência de um único clone genético completamente desconexo, isto é, distribuído através do ambiente, com suas partes apresentando uma nítida independência fisiológica, ou seja, existindo de forma funcionalmente autônoma.

Trazendo esses exemplos de individualidades genéticas distribuídas espacialmente para o mundo animal, temos a produção assexuada de clones genéticos de indivíduos como os afídeos, a partenogênese, criando mais vez um único indivíduo genético distribuída pelo



espaço físico sem qualquer tipo de conexão fisiológica entre suas partes. Novamente, a questão com que deparamos é saber se o surgimento de uma nova “entidade” nesses casos seria um exemplo de crescimento ou de reprodução. Em uma situação que os coloque em confronto, qual o critério de individuação que deve prevalecer, o genético ou o da conexão física? Levando em conta os argumentos já apresentados, percebemos que a conexão física não pode ser uma condição necessária para a individuação, demonstrando que o critério genético serve, ao menos, como um bom ponto de partida para investigarmos a natureza da individualidade darwinista.

Outro exemplo de “indivíduos genéticos fisicamente separados” é a existência de organismos considerados quimeras genéticas. Ao contrário do mosaicismo, que envolve uma mudança interna daquilo que originariamente era uma entidade com um genótipo único, isto é, oriundo de uma só fertilização, o quimerismo envolve a fusão de duas ou mais populações de células provenientes de zigotos distintos. Assim, uma quimera apresenta um corpo com dois ou mais genótipos, sendo o organismo uma bricolagem dessas diferentes populações celulares originadas de duas ou mais fertilizações.

Um exemplo especialmente saliente desse fenômeno de quimerismo ocorre na família de Macacos do Novo Mundo chamada Callitrichidae, popularmente conhecidos como micos ou saguis. Como a gestação desses micos usualmente dá origem a gêmeos, seu desenvolvimento frequentemente concede margem para o estabelecimento de laços que ligam as placentas de ambos os embriões, resultando em um intercâmbio de células que acarreta no desenvolvimento de uma individualidade fisiológica que é fruto da mistura de genótipos oriundos de diferentes eventos de fertilização. Em suma, os indivíduos em questão se desenvolvem como quimeras genéticas, com os genótipos de diferentes eventos de fertilização distribuídos randomicamente ao longo dos corpos desses gêmeos em uma estranha mistura genética em forma de uma bricolagem celular. Como coloca Godfrey-Smith, não há dúvidas de que há um evento reprodutivo produzindo esses micos como complexas entidades orgânicas (2009, p. 75). A grande questão é como podemos interpretar esses eventos e a natureza das entidades que deles emergem diante do fato que a individualidade exclusivamente genética não está em harmonia com as fronteiras de um único corpo orgânico.

Longe de ser uma simples curiosidade restrita aos micos, o quimerismo vem se revelando algo bem mais comum do que o esperado, contando com cada vez mais exemplos até mesmo em nossa espécie. O espetacular caso da americana Lydia Fairchild (Yu *et al.*, 2002), por exemplo, ilustra muito bem a questão. Ao se divorciar de seu marido enquanto estava grávida de seu terceiro filho, ela decidiu entrar com um pedido de auxílio para que o

sistema social de saúde a ajudasse a custear os gastos provenientes de sua gestação. Contudo, ao ser solicitado um teste de DNA que comprovasse que ela era a mãe de seus outros filhos, a senhora Fairchild foi surpreendida por um resultado negativo que a deixava em uma posição extremamente delicada diante da justiça.

Quando já estava para ser processada por fraude, ela deu à luz ao bebê de sua suposta terceira gestação que, para a surpresa de todos, também não apresentava compatibilidade genética com sua indubitável mãe. Tínhamos, então, uma mãe que acabara de parir uma criança que, surpreendentemente, não apresentava compatibilidade genética com ela. Como explicar esse paradoxo? A resposta foi obtida quando descobriram que a senhora Fairchild era, na verdade, uma quimera genética com dois genomas fundidos em um único corpo. Como apenas um desses genomas foi transmitido para seus filhos, os testes que utilizavam seu genoma “alternativo” sempre revelavam uma inesperada incompatibilidade entre a mãe e sua própria cria, com o surpreendente diagnóstico de que ela não era mãe de seus filhos emergindo como resultado. A moral que podemos extrair dessa história é que o quimerismo vem se revelando um importante fenômeno na formação de individualidades orgânicas, tendo produzido casos até mesmo em nossa linhagem. Novamente, a questão que ele nos lega são os complexos relacionamentos entre a concepção orgânica de indivíduo e o indivíduo observado pela dinâmica darwinista que, ao que parece, estão relacionados de alguma maneira à noção de individualidade genética, já que a dinâmica darwinista trata de variações herdáveis com diferença na aptidão.

Resta, porém, a pergunta: seria a análise genética um critério plenamente adequado para nortear uma concepção robusta sobre a individualidade darwinista ou apenas um ponto de partida sobre o qual temos que nos debruçar mais minuciosamente? Isto é, para identificarmos um indivíduo darwinista, basta realizarmos uma simples análise algébrica das partículas genéticas no espaço-tempo ou há outras variáveis a serem consideradas nesse processo da individuação?

A postulação de que a uniformidade genética seria um critério coerente para um conceito único de indivíduo está intimamente conectada à visão de que a noção de evolução se resumiria à mudança na frequência dos genes em um conjunto populacional. Ou seja, a partir do momento que a evolução foi definida dessa fatídica maneira (Dobzhansky, 1951, p. 18), o estudo de seus rumos parecia se resumir a uma mera análise algébrica da frequência dos referidos genes em uma população.

É essa visão, aliás, que fundamenta a noção de que a evolução se resumiria a uma análise estatística das tendências populacionais apresentadas pelo *pool* gênico, não a uma

investigação sobre a biografia de individualidades específicas. Assim como a termodinâmica não deveria se ocupar da trajetória de uma única molécula de gás, a sobrevivência de um gene em uma população não diria respeito aos seus efeitos em um indivíduo em particular, mas sim à média estatística de seus efeitos em todas as individualidades em que ele estiver presente. Portanto, caso os efeitos estatísticos de um gene tenham um valor de sobrevivência maior do que o de seus alelos (isto é, de seus competidores), esse gene iria imperar dentro do conjunto populacional, sendo, deste modo, o objeto selecionado na evolução, fato que, supostamente, demonstra a absoluta irrelevância de uma análise dos resultados individualmente considerados. Percebe-se, então, que, nesta visão, há um “algo” material sendo selecionado que vai além da mera dinâmica competitiva entre os corpos individuais que interagem com o meio ambiente. É a propagação desse objeto material ao longo das gerações que constituiria a essência da dinâmica evolutiva, possibilitando a interpretação de que os corpos que interagem com o ambiente seriam somente veículos utilizados em sua propagação, “robôs desajeitados” programados pelos genes em sua cruzada por uma sobrevivência diferencial através das gerações (Dawkins, 1976, p. 66).

Apesar de sua disseminação e, conforme observamos, de sua maior afinidade em relação à dinâmica darwinista quando comparada ao critério de integração espacial, a visão de que a individualidade se resumiria à uniformidade genética não é uma concepção livre de dificuldades, de modo que precisamos investigar as possíveis razões para que uma simples análise genética não baste para balizar o conceito evolutivo de indivíduo.

Como primeiro e mais grave dos problemas referentes ao critério genético da individuação, podemos citar o fato de que a dinâmica darwinista pode emergir até mesmo em entidades desprovidas de algo que seja remotamente semelhante ao que os biólogos costumeiramente associam com um “gene”, como, por exemplo, na propagação dos chamados príons. Considerando que a concepção de indivíduo darwinista é, por definição, o agente capaz de integrar a dinâmica evolutiva descrita por Darwin, o critério genético parece ser demasiadamente restritivo para basearmos nossas fundações teóricas de individualidade, indicando que uma investigação mais atenta sobre a suposta evolução dos príons possa ser proveitosa.

O nome príon é um amálgama para as palavras da língua inglesa *proteinaceous* e *infection*, tendo sido cunhada por Stanley Prusiner (1982). Como seu nome sugere, essas entidades são estranhos agentes infecciosos compostos por proteínas dobradas de maneira aberrante que, ao contrário de qualquer outro patógeno existente, não utilizam ácidos nucléicos para sua propagação. Ou seja, os príons dispensam completamente a utilização de

ácidos nucleicos para realizarem o processo em que eles induzem as proteínas funcionais de seu tipo, isto é, que tenham a mesma sequência de aminoácidos que ele, a se conformarem à sua forma tridimensional aberrante, operando, desta maneira, uma forma de reprodução. Em suma, o príon se reproduz sem qualquer auxílio de ácidos nucleicos, gerando resultados desastrosos para seus hospedeiros, a exemplo da Encefalopatia Espongiforme Bovina, popularmente conhecida como doença da “vaca louca”.

Como aponta Godfrey-Smith, podemos claramente observar que um príon pode ser designado o “pai” de outro, produzindo, desse modo, uma linhagem de descendentes que enseja a dinâmica darwinista e, conseqüentemente, uma evolução (2009, p. 80). Como uma proteína aberrante é a responsável pela maneira com que a outra vem a se estruturar fisicamente no espaço, temos uma clara relação de hereditariedade e a formação de uma linhagem que dispensa solenemente aquilo que os biólogos costumam associar aos genes, isto é, os ácidos nucleicos. Vemos, assim, que os “genes” em um sentido molecular não são uma necessidade para a emergência da dinâmica darwinista, demonstrando que os agentes dessa transformação evolutiva não obedecem a critérios tão específicos. Conclui-se, então, que os indivíduos darwinistas não podem ser definidos satisfatoriamente a partir de critérios tão restritos como o genético.

Agentes darwinistas são, por definição, todos os tipos de entidades que ensejam a dinâmica construída por variações hereditárias em que há diferenças de aptidão, de modo que uma simples contagem da frequência dos genes moleculares se revela uma concepção demasiadamente restritiva ao não ser capaz de captar entidades como os príons, entidades essas que estão completamente inseridas na ciranda da evolução darwinista. Como os príons se inserem na dinâmica darwinista para a evolução, eles são, por definição, indivíduos darwinistas, demonstrando que as concepções incapazes de englobá-los em seu corpo teórico são excessivamente restritivas para fundamentar a individualidade almejada pelo darwinismo, sendo, portanto, um critério inadequado para nortear nossas investigações.

Outra lição ensinada pela evolução dos príons é que não há qualquer necessidade de que exista uma conexão material entre as duas gerações, com um objeto responsável pela hereditariedade sendo transmitido para próxima geração de maneira fiel através de sua replicação. Afinal, a indução da forma protéica aberrante, por parte dos príons, não utiliza quaisquer materiais especificamente designados para efetuarem a conexão hereditária. Nas palavras de Godfrey-Smith (2009 p. 79), os príons realizam uma “reprodução formal”, com a conexão hereditária carecendo de qualquer transmissão material para a emergência da próxima geração. Portanto, não só os genes são completamente irrelevantes para a emergência

da dinâmica darwinista nesse caso, mas a própria conexão material entre as gerações - algo tão associado ao conceito de gene- parece ser algo dispensável para sua aparição.

Dessa forma, a regra geral que o caso dos príons nos permite inferir é que é a hereditariedade que constitui o vínculo geracional absolutamente fundamental para o surgimento da dinâmica darwinista não a replicação da estrutura de algo que podemos coerentemente chamar de “gene”. Certamente, esse vínculo geracional *pode* vir a ser materializado a partir da replicação de uma estrutura com essa natureza. No entanto, o mecanismo que implementa a hereditariedade no caso concreto é uma contingência histórica, não um fator que limita as possibilidades desse vínculo evolutivo ser estabelecido na prática, conforme a evolução dos príons nos permite concluir. Assim sendo, o fato de os genes se configurarem como o principal mecanismo da *hereditariedade* biológica da vida na Terra não nos permite elevá-los ao posto de critério absoluto para identificarmos um indivíduo darwinista no caso concreto, já que a dinâmica darwinista pode emergir a partir de outros vínculos hereditários, evidenciando que a conexão hereditária não se resume à replicação de certas estruturas. Precisamos, então, de critérios mais robustos para permitir a sua identificação até mesmo em dinâmicas evolutivas que prescindam de estruturas que se assemelhem a genes moleculares.

Indo além em nossas críticas ao critério genético, crer que exemplos paradigmáticos da individualidade biológica como, por exemplo, os corpos de organismos multicelulares representem um conjunto de genes necessariamente homogêneo e coeso parte de uma enorme idealização. Entidades orgânicas complexas como essas constituem, na verdade, grandes mosaicos genéticos advindos das inúmeras mutações que ocorrem ao longo de suas vidas. Ao se desenvolver, a linhagem de células que irá formar o corpo multicelular dos referidos organismos tende a acumular algumas mutações por conta dos erros naturais que ocorrem no processo de replicação gênica, fazendo com que as células já existentes - e, portanto, livres dessas mutações - partilhem o corpo multicelular com suas novas vizinhas mutantes, fato que torna o corpo do organismo um verdadeiro mosaico genético. Portanto, para muitas entidades multicelulares, o mosaicismo constitui uma certeza estatística, fazendo com que até mesmo os seres que outrora julgávamos serem os protótipos da individualidade biológica sejam excluídos, caso decidamos adotar um fundamentalismo genético para nossa concepção de indivíduo.

Portanto, não hesitaríamos em reconhecer esses organismos como paradigmas de indivíduos, reconhecendo que a mera noção de uniformidade genética não é o suficiente para apreender aquilo que queremos designar por indivíduos em uma análise evolutiva. Ao que

parece, caso queiramos lidar com a organicidade como uma parte integrante do estudo da vida, precisamos perceber que não podemos tolerar uma só concepção de individualidade, devendo um investigador esclarecer o relacionamento entre a concepção orgânica e a darwinista. Como os organismos representam uma forma de existência biológica que desejamos salientar, uma teoria da individualidade não pode se contentar com um absolutismo genético que se recuse a dialogar com a concepção orgânica, ou seja, que se feche em si mesma a ponto de ignorar as sutilezas da organicidade.

Para individualidades como a nossa, em que o desenvolvimento tende a ser “zerado” a partir da formação de um “gargalo” reprodutivo no evento da fertilização, no qual os gametas paternos se fundem, formando, assim, o *zigoto*, uma única célula que marca o intuitivo início de uma nova individualidade, o *mosaicismo* não tende a produzir efeitos significativos para o destino da próxima geração, já que as chamadas “*mutações somáticas*” do corpo de um organismo multicelular tendem a perecer com o seu detentor. Apenas as chamadas células germinais irão contribuir com a vida da próxima geração, de modo que mutações que ocorram em outros tipos de células serão eventos completamente destituídos de importância evolutiva de longo prazo, ou seja, verdadeiros “becos sem saída” para o futuro desenrolar da evolução. Sejam elas mutações benéficas ou desastres cancerosos, suas trajetórias evolutivas serão de curta duração, coincidindo com o tempo de vida do organismo que for seu portador. Apenas as mutações surgidas em células germinais podem “alcançar” a próxima geração, sendo as únicas que detêm alguma relevância para o futuro da evolução.

Dessa forma, ao restringir as possibilidades de uma mutação alcançar a próxima geração, o gargalo e a especialização das células germinais reforçam a coesão da coletividade orgânica ao limitar o potencial para uma competição no nível inferior. Contribuem, assim, para sua *individuação darwinista (ou darwinização)*, tornando a evolução das populações darwinistas ao nível celular algo subsidiário frente à emergência dessa nova individualidade orgânica. Conforme veremos em maiores detalhes mais a frente, o gargalo e a distinção entre células germinais representam importantes mecanismos de “*darwinização*” das individualidades de nível superior, fazendo com que novos níveis de entidades sirvam como matéria-prima para a atuação da seleção natural, ou seja, que se tornem novos “níveis” para serem selecionados dentro dessa dinâmica evolutiva que propulsiona a história da vida (Godfrey-Smith, 2009, p. 102).

Por outro lado, em indivíduos em que o referido gargalo e a especialização entre as células germinais e “somáticas” não estejam plenamente formados, essas mutações ontogenéticas que, em indivíduos fisicamente integrados, são as responsáveis pelo fenômeno

do mosaicism, podem produzir profundos efeitos evolutivos ao alterar completamente as possibilidades de atuação da dinâmica darwinista. Consideremos, por exemplo, o sistema de reprodução assexuada de inúmeras plantas. Conforme observamos, a reprodução assexuada em plantas produz colônias clonais em que as “partes” de uma mesma individualidade darwinista geneticamente idêntica se encontram espalhadas através do espaço físico, com cada “unidade” apresentando uma absoluta independência fisiológica em relação ao “todo”.

Essa uniformidade genética provém do fato de que essas plantas não apresentam uma distinção rígida entre as células germinais e os tecidos capazes de realizar o crescimento de uma individualidade, mesmo quando separadas de “seu corpo”, como ocorre, por exemplo, com as células que compõem o seu meristema apical. Imaginemos, então, que uma mutação ocorra em uma dessas “partes” capazes de sustentar um crescimento mesmo quando fisiologicamente separadas do “resto” da mesma individualidade genética. Imediatamente observaríamos que a referida independência fisiológica seria, agora, acompanhada por uma legítima emancipação darwinista quando observada pelo critério genético, já que elas não mais seriam meros clones.

A moral que podemos extrair desse exemplo é que o sistema de reprodução assexuada das plantas cria um ambiente perfeitamente adaptado para ecoar as consequências evolutivas de mutações em colônias-clonais fisicamente separadas. O que, em indivíduos com o desenvolvimento como o de um ser humano, ensejaria apenas um mosaicism evolutivamente irrelevante, nas plantas assume uma dinâmica que é plenamente capaz de criar individualidades darwinistas em plena evolução. Ou seja, a separação física das “partes” de um mesmo indivíduo e a ausência de uma distinção entre células germinais e somáticas são fatores capazes de alterar completamente as condições para a atuação da dinâmica darwinista na evolução de uma linhagem, de modo que um critério biológico de individuação deve levar esses fatores em consideração, coisa que um critério preocupado exclusivamente com fatores genéticos não o faz.

Portanto, a distinção entre reprodução e crescimento é significativamente mais refinada do que um simples critério de uniformidade genética pode oferecer, demonstrando que a separação espacial pode ter profundas consequências para evolução. Como nosso critério para a individuação deve necessariamente partir de pressupostos darwinistas, a percepção de que a dinâmica evolutiva pode emergir em um processo que, intuitivamente, rotularíamos como “crescimento”, alerta-nos para o fato de que a individuação vai além da mera análise genética. É a dinâmica darwinista que deve estar no centro do palco de nossas análises, com todas as outras concepções importantes dela derivadas, incluindo a noção de

individualidade que iremos incorporar nos fundamentos da teoria. Com isso em mente, analisemos as concepções teóricas sobre a noção de indivíduo biológico em maiores detalhes.

### 2.3 Os critérios teóricos para a individuação

Diante da falência de um critério baseado na continuidade espacial, e da absoluta insuficiência de uma análise inclinada exclusivamente para uma concepção genética da noção de indivíduo, acreditamos que podemos impor alguma ordem no estudo deste tópico ao classificarmos as estratégias práticas utilizadas pelos biólogos para o reconhecimento das entidades, organizando-as de modo que possamos deixar explícitos os critérios subjacentes invocados em sua formação. Como coloca Godfrey-Smith, duas estratégias se notabilizaram nessas tentativas classificatórias ao longo da história das investigações biológicas, criando uma espécie de bifurcação nas concepções sobre a individualidade no estudo da vida (2013, p. 4).

Por um lado, temos um conceito de indivíduo baseado no critério reprodutivo no qual basta que uma entidade se reproduza e forme linhagens que teremos um indivíduo no sentido analisado. Seguindo as ideias desenvolvidas no primeiro capítulo, chamaremos esse tipo de individualidade de *indivíduos darwinistas*, indivíduos estes que incluem quaisquer agentes emergentes da dinâmica darwinista e suas variações hereditárias com diferenças na aptidão ensejando uma evolução.

Por outro lado, temos a concepção “orgânica” para a individuação, na qual, para ser um indivíduo biológico, a entidade em questão deve se estruturar de uma maneira em que suas partes trabalhem sinergicamente para a manutenção sistêmica “do todo” que, na biologia, se manifesta através de transformações processuais identificadas a partir do conceito de metabolismo. Organismos são paradigmas de estabilidade e independência em relação ao ambiente, com as diversas partes que o compõem esbanjando *cooperação* e *dependência mútua* para a formação de uma entidade de nível superior (Godfrey-Smith, 2013, p. 13). Nas palavras de Queller & Strassmann, organismos são as maiores unidades nas quais há *unanimidade cooperativa* de suas partes (2009, p. 3144). Corroborando com essa visão, o dicionário define organismo como um: “Corpo organizado que tem ou pode ter uma existência separada”. Ou ainda como uma “Reunião de partes que concorrem para certo fim [...]” (Garcia, 1964 p. 2878).

Uma consequência interessante que emerge da existência dessa bifurcação no modo de conceber o que constitui um indivíduo para o estudo da vida é a maneira como essas



caracterizações se relacionam. Enquanto temos entidades que se enquadram bem em ambas as categorias como, por exemplo, seres humanos e cachorros, há outras que são capazes de integrar uma categoria, mas que são completamente excluídas da outra. Por exemplo, vírus, genes e cromossomos são indivíduos darwinistas que não possuem qualquer tipo de metabolismo em sua constituição, afastando-os, portanto, da concepção orgânica de indivíduo. Isto é, apesar de não possuírem o maquinário responsável por seu processo reprodutivo, todas essas entidades indubitavelmente formam linhagens ao explorarem os mecanismos reprodutivos alheios, traçando um caminho evolutivo próprio que as emancipa em sua “*darwinização*”.

Ao formarem uma linhagem própria, esses “reprodutores dependentes”<sup>7</sup> atendem aos requisitos formais elaborados pelo resumo abstrato de Lewontin (1985a) mesmo que não tenham um metabolismo próprio para sustentar sua reprodução. Veremos mais sobre esses “reprodutores dependentes” mais adiante, mas o importante a apreender é que, apesar de não terem capacidades metabólicas próprias, as suas individualidades reprodutivas estão completamente inseridas na dinâmica darwinista para evolução, constituindo, inclusive, casos paradigmáticos dentro de nosso espaço darwinista. Em outras palavras, partindo de uma perspectiva exclusivamente darwinista, os reprodutores dependentes produzem resultados evolutivamente interessantes, sendo o fato de que eles carecem de metabolismos orgânicos uma característica lateral de sua evolução.

Seguindo nossa análise das consequências dessa bifurcação ontológica, temos também associações simbiotes que possuem propriedades “orgânicas” sem, com isso, formarem uma linhagem única em sua evolução. Ou seja, temos organismos que não se enquadram como individualidades darwinistas. Os “parceiros” dessa simbiose traçam caminhos evolutivos completamente convergentes devido a sua dependência mútua em relação a um único corpo orgânico, mas que, ainda assim, conservam sua independência reprodutiva ao reestruturarem essa associação a cada geração de uma maneira que dispense a existência de um único evento reprodutivo; isto é, eles reproduzem essa associação de uma forma *horizontal*. Exemplos desse tipo de associação horizontal incluem qualquer simbiose em que a transferência dos simbiotes não provenha das vias usuais de uma transmissão reprodutiva *vertical* entre as gerações, ou seja, entre os pais e sua descendência.

Parceiros em uma simbiose que se associam horizontalmente não formam uma única linhagem darwinista, formando a coletividade com seus simbiotes a partir das interações

---

<sup>7</sup> O termo “reprodutores dependentes” é uma tradução liberal do autor para o termo original empregado por Godfrey-Smith (2009, p. 90) “*scaffolded reproducers*”.

horizontais a cada geração. Dessa forma, essas linhagens conservam suas individualidades reprodutivas mesmo diante de uma composição orgânica que seja absolutamente essencial para a sobrevivência de cada parte.

Por exemplo, em uma simbiose de transmissão horizontal formada por indivíduos de uma população darwinista A e de indivíduos de outra população darwinista B, o composto simbiote “A+B” não estabelece uma linhagem coletiva que permita uma individuação orientada por critérios exclusivamente reprodutivos. Isto é, os membros da população B presentes em um corpo orgânico “A+B” em uma dada geração não terão qualquer conexão reprodutiva com uma possível “descendência” dessa coletividade. Desse modo, uma linhagem reprodutivamente independente A se une horizontalmente a cada geração com outra linhagem reprodutivamente independente B, compondo, portanto, uma coletividade orgânica que convêm aos “interesses” reprodutivos de cada parte que, enfatizamos, conservam uma completa independência reprodutiva em sua evolução.

Como a simbiose se forma horizontalmente, com cada indivíduo proveniente de um evento reprodutivo da linhagem A se associando de maneira oportunista e randômica aos membros oriundos de eventos reprodutivos referentes à população B, não há qualquer necessidade de as duas linhagens seguirem juntas para estabelecerem conexões parentais entre a coletividade, fazendo com que tenhamos duas individualidades darwinistas completamente distintas compondo uma única entidade orgânica. Isto é, o evento reprodutivo *vertical* da linhagem A independe completamente do evento reprodutivo *vertical* da linhagem B, sendo o fato da associação orgânica formado pela conjunção dessas individualidades uma derivação circunstancial exigida por suas necessidades darwinistas. Apesar de ser absolutamente indispensável para a sobrevivência de cada indivíduo, sob critérios exclusivamente reprodutivos, uma linhagem não passa de um instrumento para a propagação da outra, com o corpo orgânico emergindo como resultado dessa “coexistência pacífica” movida por “interesses darwinistas” reprodutivamente autônomos.

A mesma situação de “organicidade” sem o traço darwinista ocorre em organismos estéreis como mulas e as castas operárias de alguns insetos sociais (Godfrey-Smith, 2013 p. 16), já que, obviamente, organismos marcados pela esterilidade não formam uma linhagem conforme o exigido pelo critério darwinista. Ainda que não constituam uma linhagem darwinista, esses indivíduos estéreis são, ainda assim, nítidos exemplos de organismos com seus eficientes metabolismos em plena operação. Conforme iremos observar mais adiante, a “organicidade” da individualidade estéril assumiu um importante papel dentro das discussões sobre os níveis da seleção natural.

Indo ainda mais além na análise de nossa bifurcação da individualidade biológica, temos organismos como os afídeos, nos quais a “organicidade” provém da evolução *coletiva e dependente* de duas linhagens, as células animais dos afídeos propriamente ditos, e as de suas simbioses, as células bacterianas, ambas compondo partes essenciais do corpo dessa simbiose de transmissão *vertical* (Godfrey-Smith, 2013 p. 18). As bactérias simbioses integram células especializadas no corpo do afídeo, sintetizando aminoácidos fundamentais para a digestão dos alimentos de baixa qualidade energética que compõem a dieta desse grupo. Portanto, aquilo que chamamos atualmente de afídeo não passa de uma convergência multiespécie entre as células animais e as bacterianas que compõem o seu corpo, criando uma associação que, de tão integrada, uma parte não poderia viver sem a outra. Essa, aliás, é a própria definição de organismo: uma associação em que as “partes” “abdicam” evolutivamente de sua independência em relação ao “todo”, passando a evoluir de forma conjunta.

O importante a perceber sobre esse caso é que nos deparamos com uma estreita cooperação orgânica de uma simbiose que emerge a partir de uma transmissão *vertical* de suas partes, ou seja, uma simbiose em que duas linhagens anteriormente independentes se fundem em um único evento reprodutivo, passando a seguir um trajeto evolutivo absolutamente comum por partilharem um único corpo orgânico. Considerando que a linhagem das bactérias presentes no corpo de um afídeo será transmitida *verticalmente* para sua descendência (Godfrey-Smith 2013, 2014), temos uma convergência de linhagens darwinistas que terminam por se fundir em um único evento reprodutivo de uma coletividade orgânica em um novo nível.

Ao contrário das transmissões horizontais que analisamos anteriormente, as transmissões verticais de simbioses entre o(s) pai(s) e sua(s) descendência(s) criam associações que são indivíduos darwinistas por seu próprio direito. A linhagem bacteriana presente em um pai afídeo será a mesma presente no corpo de sua descendência, demonstrando que ambas as linhagens que formam o seu corpo compartilham, também, o mesmo evento reprodutivo, darwinizando a individualidade dessa associação. Em outras palavras, temos na verticalidade um mecanismo para a “*darwinização*” de coletividades, com a homogeneização dos eventos reprodutivos gerando a fusão daquilo que antes eram duas linhagens evolutivas (Godfrey-Smith 2009, 2013, 2014).

Outra situação em que essa fusão de linhagens ocorreu foi na formação das células eucariontes que, a título de ilustração, constituem os blocos de construção do corpo do leitor. Caracterizadas por seus elaborados núcleos, as células eucariontes se originaram a partir da

fusão, em uma simbiose, de linhagens procariontes distintas, com as mitocôndrias presentes em nossas células nucleadas representando o vestígio de sua existência procarionte independente (Margulis 1970, 1998). Na verdade, o quadro é ainda mais complexo do que isso: não só a mitocôndria, mas diversas outras organelas fundamentais ao funcionamento da célula eucarionte surgiram por simbiose com organismos procariontes como, por exemplo, os cloroplastos fotossintetizantes, os flagelos locomotores e os peroxissomos digestivos, fato que torna a individualidade da célula eucarionte uma espécie de “comunidade” de indivíduos que outrora eram procariontes de “vida livre”. Dessa forma, mesmo a célula eucarionte, essa aparente materialização de átomos biológicos, isto é, de indivíduos que não podem ser divididos, representa, na verdade, uma bricolagem de indivíduos, demonstrando a complexidade da ontologia biológica em todo o seu esplendor.

Podemos perceber que os processos de formação histórica do darwinismo aparentam estar intimamente vinculados com a explicação do “porquê” da existência de associações orgânicas. Afinal, ainda que o conceito de organismo não seja um sinônimo de indivíduo darwinista em um sentido estrito, conforme demonstra o exemplo do afídeo, a explicação para o processo de sua formação histórica segue concedendo motivos essencialmente darwinistas para a construção de suas particularidades. Dito de outra forma, o vetor causal para seus desenvolvimentos históricos segue traçando uma narrativa essencialmente darwinista, com a seleção natural fornecendo os principais ingredientes explicativos de sua formação.

Por fim, temos ainda a possibilidade de analisar associações entre espécies que não resultam em individualidades darwinistas e tampouco em organismos integrados, como, por exemplo, no caso das relações ecológicas existentes entre as formigas e as acácias. Enquanto as acácias fornecem alimentos, as formigas retribuem ao oferecer proteção contra herbívoros para esse relacionamento cooperativo que, apesar de sua contribuição para a sobrevivência de ambas as espécies, não constitui uma associação absolutamente necessária para suas existências, ou seja, não é uma associação orgânica em que as “partes” existem em função do “todo”. Temos, então, uma relação ecológica benéfica para todas as partes, mas onde os envolvidos mantêm as suas individualidades completamente intactas, tanto com relação aos critérios darwinistas quanto nos “orgânicos”. Ambos os envolvidos lucram no jogo darwinista da aptidão e seguem suas trajetórias evolutivas de maneira completamente independentes.

Portanto, formigas e acácias seguem trajetórias evolutivas particulares a partir de seus processos metabólicos próprios, ou seja, trata-se de linhagens darwinistas independentes (individualidades reprodutivas distintas) impulsionadas através de suas integrações metabólicas com existências autônomas (individualidades orgânicas distintas), de modo que

as “partes” dessa relação não podem ser consideradas um “todo” orgânico verdadeiro. Na verdade, a própria profundidade da relação não alcança níveis genuinamente “orgânicos”, indicando que a associação é importante, mas não chega a ser absolutamente fundamental para suas existências.

Conforme observamos, para ser um organismo, as partes têm de ser organizar de uma forma absolutamente dependente umas das outras, fazendo com que provavelmente tenhamos que invocar algum tipo de processo darwinista capaz de criar tamanha integração funcional ao longo do tempo evolutivo, fato que não se observa na relação entre formigas e acácias. Se há algum tipo de individualidade orgânica nessa relação ecológica, ela é de um tipo marginal, com a cooperação entre as duas espécies constituindo um mero embrião daquilo que, talvez, possa vir a ser um organismo por seu próprio direito no futuro.

Desse modo, nenhum dos critérios teóricos analisados permite uma individuação coerente da associação ecológica entre acácias e formigas. Apenas podemos falar sobre uma associação ecológica de duas individualidades distintas, sendo qualquer metáfora concernente a uma suposta “individualidade” da associação um simples reflexo da concepção liberal que mencionamos anteriormente. É essa concepção liberal que permite os ecólogos “individualizarem” livremente essas associações, alinhando-as a entidades como os mencionados fêmures e ecossistemas sob o rótulo de “indivíduos” analisados pela biologia. Apesar da importância desse relacionamento ecológico para ambas as espécies, sua “individualidade” é de um tipo essencialmente distinto da proveniente de um critério teórico mais rigoroso, ou seja, trata-se uma individuação inerentemente instrumental e descritiva cuja única função é salientar as propriedades derivadas das interações ecológicas. Falta-lhe, portanto, um norte teórico livre de ambiguidades que sustente sua reificação de uma maneira que independa de noções puramente instrumentais.

Lembremos, porém, que a evolução é um processo histórico, sendo os seus produtos a mais pura manifestação de eventos ainda em progressão. Assim, individualidades orgânicas marginais como a associação entre formigas e acácias são entidades inseridas na dimensão temporal, fazendo com que seja perfeitamente possível que elas possam vir a “se mover” dentro desse quadro de integração individual conforme suas futuras trajetórias evolutivas desabrochem, aproximando-as, então, dos paradigmas da organicidade. Afinal, associações como as mencionadas linhagens simbióticas de afídeos e bactérias também já foram um dia um exemplo marginal de individualidade orgânica, tendo a sua magistral integração que vemos hoje sido estreitada através de um lento processo histórico de *criação de individualidades* ao longo da evolução.

Desse modo, sua organicidade é um produto da história, demonstrando que a própria noção de individualidade orgânica é um fruto da evolução darwinista, sendo, portanto, uma característica que vem em graus, sendo o espaço multidimensional a ferramenta mais adequada para analisar sua natureza por conta dos inúmeros “intermediários” entre os organismos paradigmáticos e os marginais.

Uma consequência interessante que emerge dessas constatações é a absoluta inexistência de uma individualidade estática e indivisível para os estudos da vida. Por sua própria natureza histórica, a ontologia biológica apresenta um complicado cenário ainda em formação, com individualidades formadas por corpos de outros indivíduos biológicos sendo construídas através do tempo a partir de uma causalidade inerentemente darwinista. Percebe-se, então, que a seleção darwinista não parece se restringir a um único nível fundamental, evidenciando que um “monismo seletivo” fechado em uma “perspectiva sincrônica”, ou seja, uma análise que almeje restringir a atuação do processo da seleção natural a um único tipo de entidade fundamental ao longo de toda história, parece fadado a um rotundo fracasso, com um pluralismo diacrônico que contemple a natureza hierárquica e histórica da formação da ontologia biológica constituindo a opção mais coerente diante desse entrelaçamento dinâmico de individualidades legado pela evolução.

Em outras palavras, o estudo sobre a evolução não se limita a uma análise sincrônica dos processos da natureza, isto é, uma análise em que os processos possuem uma ontologia precisamente demarcada e definitivamente fechada durante todo o desdobrar da evolução. Lidar com uma ontologia evolutiva significa, antes de tudo, se deparar com um conjunto de entidades com uma formação histórica ainda em progressão, fato que torna uma perspectiva diacrônica para os estudos dos processos evolutivos um absoluto imperativo (Okasha, 2006, p. 218–240). Afinal, com o ingresso de novos tipos de entidades na dinâmica evolutiva ao longo da história, mudavam, também, as “regras do jogo” dessa evolução, de modo que uma perspectiva que contemple as particularidades de cada processo se torna absolutamente necessária, enfatizando, sobretudo, as especificidades destas “grandes transições” dentro da evolução (Buss 1988; Maynard Smith & Szathmáry 1997, 1999; Michod 1999).

Dessa forma, podemos ter uma dinâmica darwinista inserida dentro de outra, com novos tipos de entidade gradualmente emergindo a partir das anteriores com uma dinâmica própria, de modo que uma investigação sobre os relacionamentos entre esses processos seletivos entrelaçados e suas novidades ontológicas é que constituem a *raison d'être* do debate sobre os níveis da seleção natural. Precisamos, então, analisar as condições para aquilo que Michod (1999 p. 131) chama de *transições de individualidade* dentro do darwinismo,

investigando os relacionamentos causais existentes entre os inúmeros níveis ontológicos deixados como espólios de suas histórias evolutivas em conjunção com as especificidades trazidas pelo surgimento de cada nível de entidades.

Portanto, ao falarmos em “níveis” da seleção estamos nos referindo a uma ontologia diversa com uma formação diacrônica, isto é, que obedece a uma dinâmica particular e contextualizada, evidenciando que o chamado problema sobre os níveis da seleção não terá uma solução única (monismo) que tenha atuado ao longo de toda evolução (solução sincrônica).

Por fim, precisamos nos indagar acerca das razões para a aparição dessas novas formas de individualidade na natureza. Afinal, não é imediatamente claro o motivo para que um complexo organismo multicelular resulte da competição darwinista entre entidades unicelulares independentes. Na verdade, a razão para essa transição é um verdadeiro mistério, já que, ao menos em uma visão intuitiva sobre o conceito de “competição”, a “luta pela vida” não deveria resultar em uma concessão mútua “altruísta” como a que observamos entre as células que compõem o corpo de um organismo multicelular.

Veremos mais sobre esse problema do “altruísmo biológico”<sup>8</sup> mais adiante, mas a questão que devemos apreender aqui é a formação histórica de nossa ontologia e os mistérios e particularidades derivadas dessas “transições” em que as entidades parecem se “desdarwinizar” ao custo de outras. Portanto, um universo darwinista cria, necessariamente, um ambiente competitivo em que o “altruísmo” demonstrado nas transições de individualidades parece uma impossibilidade. Como, então, podemos elaborar explicações que expliquem de uma maneira darwinista a natureza dessas transições? Demonstraremos em nossa conclusão dessa seção que essa pergunta pode ser respondida apropriadamente a partir da aplicação de nosso gráfico multidimensional.

Um fato que é imediatamente percebido dentro dessa discussão é que o nosso eixo de organização epistemológica é essencialmente histórico, isto é, nossos parâmetros teóricos ordenadores partem de concepções inerentemente etiológicas, com os organismos emergindo como fruto de uma seta causal essencialmente temporal. Dessa forma, a estabilidade apresentada pelas entidades que compõem a concepção “orgânica” de individualidade deve sua coerência coletiva aos processos oriundos da dinâmica evolutiva, dinâmica esta descrita, sobretudo, pela teoria de Darwin. Afinal, lembremos que a “organicidade” é, em si, um produto da evolução, fazendo com que, de um jeito ou de outro, tenhamos que recorrer para

---

<sup>8</sup> “Altruísmo significa, por definição, uma ação que resulta no detrimento do interesse próprio e no benefício do interesse de outro” (Chediak, 2008, p. 32).

os indivíduos darwinistas e suas competições evolutivas como o processo formador desse tipo de individualidade, ainda que de forma indireta.

Em outras palavras, para se individualizar uma entidade a partir de critérios “orgânicos”, temos que descrever as condições históricas para suas formações evolutivas, ou seja, teremos que apelar para o mecanismo de formação histórica descrito por Darwin, tornando a concepção “orgânica” de individualidade uma concepção “subsidiária” frente aos processos de individuação vinculados a teoria da evolução. A “seta causal” da formação histórica desses organismos parte de uma dinâmica essencialmente darwinista, fazendo com que as individualidades orgânicas sejam entidades cujas características salientes não passam de meras consequências de seus relacionamentos causais.

Desse modo, o conceito de individualidade abarcado pela biologia evolutiva tem uma importância singular para o estudo da vida por ser o único que explica a origem de todas as suas características, tornando as entidades individualizadas por critérios teóricos alternativos meros epifenômenos oriundos das interações causais dos participantes do processo da “luta pela vida”. Ao menos sob a ótica da história, critérios alternativos para a individuação empalidecem, com a concepção darwinista reinando absoluta como o ponto de vista dominante para a noção de individualidade que norteia a formação dos fenômenos da vida.

Vale ressaltar, porém, que não estamos descartando os organismos como uma categoria coerente de individualidade. Afinal, pontuamos enfaticamente que a ontologia biológica consiste em uma bifurcação, sendo os organismos um de seus imprescindíveis ramos analíticos. Todavia, ao reconhecermos a primazia do critério darwinista, ressaltamos a existência de alguns parâmetros metodológicos que uma concepção de organicidade deve observar como, por exemplo, a diferenciação da natureza da forma como essas integrações orgânicas foram construídas ao longo da história.

Por exemplo, James Lovelock (1979) defende a existência de uma entidade chamada por ele de Gaia, uma integração orgânica epifenomenal que inclui toda a vida terrestre. Contudo, ainda que Gaia venha se revelar algo próximo de uma realidade empírica, com suas alças cibernéticas mantendo ativamente as condições físicas em um estado ótimo para a existência da vida, o darwinismo emergiria dessa constatação incólume, sendo, ele próprio, o paradigma que concederia as razões para a emergência histórica dessa integração funcional, conforme o próprio Lovelock reconhece.

Portanto, os mecanismos cibernéticos de Gaia seriam uma simples consequência das adaptações para a sobrevivência das entidades darwinistas separadamente envolvidas em sua “luta pela vida”, ou seja, epifenômenos de suas interações, fazendo com que um paradigma



histórico como o darwinista deva ressaltar as diferenças existentes entre integrações orgânicas derivadas – epifenomenais - como Gaia e as integrações orgânicas darwinistas, entidades ativamente selecionadas em um nível evolutivamente autônomo. A ênfase que o darwinismo dá ao modo de formação histórica de uma entidade cria uma diferença qualitativa fundamental entre as formas de organicidade, evidenciando que a natureza histórica do evolucionismo traz consequências metodológicas para o nosso entendimento sobre organismos.

Conclui-se, então, que até podemos admitir a possibilidade teórica da existência de entidades homeostáticas em níveis superiores, a exemplo da Gaia de Lovelock, reconhecendo que propriedades geralmente associadas aos indivíduos multicelulares podem aparecer em outros níveis da hierarquia da vida, demonstrando que organicidade pode surgir em variados graus, de diferentes formas e nos mais diversos níveis hierárquicos da vida. O darwinismo é essencialmente agnóstico quanto a essa proposição, sendo a existência de mecanismos cibernéticos como os que seriam utilizados por uma entidade com a natureza de Gaia, para ativamente regular as condições físicas da Terra, uma questão exclusivamente empírica. O certo, porém, é que precisamos analisar as condições em que essa suposta organicidade se estruturou a partir de uma perspectiva histórica, de modo que devemos salientar as condições para sua aparição em termos da aptidão darwinista. Voltaríamos à dinâmica descrita por Darwin, demonstrando que a concepção de homeostase conjecturada por Lovelock se organiza em torno de uma consequência das verdadeiras causas que estruturam as especificidades da vida, fato que as distingue qualitativamente de integrações darwinistas ativamente selecionadas em um nível autônomo.

Talvez, então, a natureza da entidade descrita por Lovelock seja análoga a do mercado econômico, levando em conta que ambas são derivadas de interações individuais que, aparentemente, produzem uma dinâmica capaz de ser relativamente estável e coesa ao longo do tempo. As atividades biológicas até poderiam ser as responsáveis diretas pela existência de estabilidade nas propriedades atmosféricas da Terra como, por exemplo, nos níveis de oxigênio, criando um tipo de organização homeostática de nível superior. Contudo, essa manutenção seria derivada de outras interações mais fundamentais, de modo que um paradigma histórico como o darwinismo deve ressaltar a natureza epifenomenal de suas integrações, distinguindo-a apropriadamente de integrações diretamente selecionadas. Portanto, assim como a previsibilidade de um mercado não solapa a existência de uma individualidade humana com comportamentos livres e independentes, a “homeostase” de Gaia seria completamente compatível com o darwinismo e suas individualidades atomizadas, fazendo com que a natureza derivada da formação histórica das integrações como Gaia deva

ser ressaltada. Veremos mais sobre esse tópico na seção sobre a reprodução de entidades coletivas.

#### 2.4 Reprodução e o problema dos níveis da seleção

O dicionário define o processo da reprodução como “a produção ou procriação de seres semelhantes aos seres produtores”, sendo o ato de se reproduzir a ação de “dar origem (a seres semelhantes ao produtor)” (Garcia, 1964). Percebe-se que a noção de senso comum sobre a reprodução se arvora em um processo causal em que uma(s) individualidade(s) pré-existente(s) (ou seja, o(s) pai(s)) produz (em) uma nova entidade de seu “tipo”, dando origem à estrutura de gerações. Portanto, o (s) pai (s) em questão se re-produz (em), isto é, ele(s) produz (em) novamente aquela espécie de indivíduo de que faz (em) parte, perpetuando ativamente, assim, a existência de seu “tipo” na biota das próximas gerações.

Contudo, ao analisarmos a aplicação desse conceito nas descrições sobre os eventos biológicos, percebemos a incrível diversidade de processos que as pessoas se sentem confortáveis em alocar o epíteto de reprodução, de modo que começamos a nos indagar qual a propriedade capaz de unificar essa miríade processual existente na natureza. Buscamos, então, uma definição de reprodução capaz de esclarecer a existência de tamanha diversidade, fazendo jus a um conceito absolutamente central para teoria evolutiva. Afinal, é a partir da reprodução que a dinâmica darwinista emerge, evidenciando a importância que um esclarecimento conceitual dessa natureza representa para o darwinismo.

Como coloca Godfrey-Smith (2009, p. 70), o legado das múltiplas trajetórias históricas que constituem a evolução é a existência de uma enorme variedade de processos que podemos chamar de reprodutivos, evidenciando que não há uma única maneira absoluta de se produzir um descendente na natureza. Além do mais, como quase todo legado da evolução, o conceito de reprodução não é algo absoluto que possamos definir de maneira cristalina, sendo mais adequado falarmos em graus de “reprodutividade” para os processos existentes na natureza, com os exemplos paradigmáticos de reprodutores paulatinamente desbotando em eventos marginalmente reprodutivos que sequer estamos seguros de se tratarem de instâncias genuínas de reprodução.

Portanto, reproduzir-se assume múltiplos significados, com os diversos ramos da árvore da vida apresentando uma quantidade de processos verdadeiramente aterradora para um analista lidar. Precisamos, então, investigar os pontos em comum que essa variedade de processos compartilha entre si, analisando os critérios que podemos aplicar para

reconhecemos uma verdadeira instância de reprodução na natureza, separando-a apropriadamente dos casos em que o reaparecimento de entidades não se trata de um evento reprodutivo propriamente dito.

Nesse intento, podemos iniciar a nossa análise diferenciando a reprodução das outras maneiras existentes de se produzir material biológico em um universo físico, isto é, através de uma comparação entre o processo reprodutivo e as outras vias de produção de material orgânico legadas pela evolução que também possuem um quê de “reprodutividade”. Para tanto, precisamos compreender que avia reprodutiva representa uma espécie do gênero da *produção* de material orgânico, com a geração de dejetos e o crescimento das partes pertencentes à mesma individualidade servindo como exemplos dessas “vias alternativas” utilizadas pela vida para *produzir* objetos biológicos em um universo físico de uma maneira marginalmente dotada de “reprodutividade” (Godfrey-Smith, 2009, 2011, 2013, 2014).

Vemos, portanto, que a produção é uma categoria mais ampla de criação de material orgânico, que inclui a re-produção de certos tipos materiais, mas que não se limita a ela. Com isso, a produção pode resultar em algo completamente diverso da individualidade que a produziu, indo além do mero processo de re-produção de estruturas “semelhantes” ao longo das gerações. Por exemplo, ao expelir suas fezes, um cachorro produz um tipo de material biológico completamente distinto de si mesmo, mas que, ainda assim, gerou algo novo no universo físico, sendo essa produção de dejetos um nítido exemplo de produção de material orgânico através de vias não reprodutivas. Por outro lado, ao ter uma cria, esse mesmo cachorro contribui diretamente para a produção de mais material orgânico a partir da geração de indivíduos que são nitidamente “de seu tipo”, ensejando um processo de criação de material biológico compatível com a noção de reprodução.

Entretanto, ainda que consigamos efetuar essa importante distinção, percebemos nitidamente que, ao investigarmos o rol dos exemplos tidos como paradigmas ilustrativos da visão de senso comum sobre a reprodução, o processo de gerar um indivíduo “do mesmo tipo” não necessariamente se limita a produção de entidades que, em um primeiro momento, sejam fenomenologicamente idênticas ao(s) seu(s) pai(s), ao menos em uma análise superficial. Na verdade, o(s) pai(s) pode(m) gerar uma descendência que, a princípio, seja morfolologicamente muito distinta dele (s) próprio (s), evidenciando que o ato de se reproduzir não se limita à produção de cópias idênticas imediatamente “liberadas” no mundo físico, como, por exemplo, ocorre no processo de replicação da estrutura molecular do DNA.

Apura-se, assim, que aquilo que a noção de senso comum define como “ser do mesmo tipo” é uma noção extremamente sutil, uma noção que é perfeitamente capaz de englobar os

mais diversos tipos de processos como, por exemplo, pais produzindo seres morfológicamente bem distintos deles próprios que, eventualmente, através do processo gradual do desenvolvimento ontogenético, tende a adquirir os traços que caracterizam a geração anterior. Conforme iremos observar, tudo o que é necessário é que exista uma *multiplicação* de entidades de um determinado “tipo”, não importando se a etapa inicial de sua existência seja superficialmente semelhante a(s) seu(s) pai(s). O caso humano, por exemplo, evidencia que a semelhança não é um requisito formal muito forte: afinal, o bebê que emerge como resultado da gestação de uma mulher é um indivíduo significativamente menor, com menos pelos no corpo, dentre outras gritantes diferenças capazes de se acomodar confortavelmente às nossas intuições de que ele é um indivíduo do “mesmo tipo” que seus pais.

No entanto, se os pais podem produzir indivíduos que, a princípio, podem ser tão diferentes deles próprios, o que, então, constituiria a noção de produzir uma entidade que pertença ao “mesmo tipo” que eles? Como reconhecer o início da existência de uma individualidade que tenha sido fruto do processo de reprodução, fazendo com que sejamos capazes de diferenciá-la da produção de material orgânico por vias alternativas marginalmente dotadas de “reprodutividade” como o crescimento e a produção de dejetos?

Intuitivamente, a reprodução parece se diferenciar dos referidos processos por marcar o início de um desabrochar cíclico em um determinado “tipo” de entidade que se repete periodicamente ao longo do tempo. Isto é, um processo no qual as entidades que se reproduzem apresentam uma *recorrência temporal* em que se pode identificar um “início” e um “fim” com relativa clareza, com as entidades emergentes desse “início” estereotípico atravessando o seu desenvolvimento rumo ao seu “fim” como um “todo” coeso, ou seja, como uma individualidade singular com uma existência ontologicamente contínua através de suas interações causais ao longo do tempo (Godfrey-Smith, 2015 p. 2).

Portanto, apesar desse tipo de individualidade sofrer transformações temporais marcantes, há uma continuidade intrínseca que podemos acompanhar, ou seja, uma coerência ontológica que parece sustentar as nossas intuições de que se trata do mesmo indivíduo em diferentes instantes temporais. Dessa forma, ao falarmos na emergência de uma entidade do “mesmo tipo” que seus pais, estaríamos afirmando que houve um recomeço em um ciclo estereotipado que marca a vida de determinada individualidade, com a nova entidade se apresentando para passar pelas mesmas transformações típicas de sua “espécie” como um “todo” contínuo. É o surgimento desse morfotipo específico, então, que indica o início de um novo ciclo ontogenético que irá passar individualmente pelas inúmeras modificações características do desenvolvimento de sua “espécie”, culminando em sua morte. É essa

recorrência estereotípica e estável ontologicamente que é capaz de distinguir a reprodução dos processos alternativos representados pelo crescimento e a produção de dejetos, ao menos em um primeiro momento.

Por exemplo, a aparência de Charles Darwin no início de sua vida, quando ele não passava de um pequeno bebê, certamente era muito diferente da icônica imagem calva, com uma longa barba branca, que passou para a história como a clássica imagem do pai da teoria da evolução. Contudo, ambas as imagens estariam capturando essencialmente a mesmo indivíduo biológico em momentos distintos de sua existência. Apesar de ter sofrido consideráveis transformações cumulativas e graduais com seu envelhecimento, Charles Darwin foi, inequivocamente, um único indivíduo biológico, atravessando os processos de mudança referentes ao envelhecimento típicos de nossa espécie como um indivíduo singular e coeso, do momento de seu nascimento até o de sua morte.

Já o primeiro filho de Darwin com sua esposa, Emma, por outro lado, representaria o típico evento reprodutivo que marca o surgimento de um indivíduo biológico distinto, com a formação do morfotipo de bebê pontuando o surgimento de uma nova entidade humana: nascia, então, o primogênito do casal Darwin, William Erasmus, um indivíduo biológico por seu próprio direito. Ao contrário de um mero crescimento como, por exemplo, ocorre com o surgimento de um dos fios brancos de sua barba, o material biológico produzido no corpo de seu filho cria uma nova individualidade ao reiniciar o ciclo estereotípico que constitui o desenvolvimento de nossa espécie, com o seu nascimento através da forma de um bebê iniciando a existência de uma entidade integrada capaz de interagir com o universo físico de maneira completamente independente.

É na transformação súbita de uma individualidade, porém, que reside o potencial para o primeiro cisma entre a concepção de senso comum sobre a reprodução e uma conceitualização científica baseada na teoria da evolução. Afinal, ainda que uma individualidade humana sofra transformações físicas profundas ao longo de sua vida, essas alterações vinculadas ao seu envelhecimento são inerentemente graduais, isto é, mudanças acrescentadas paulatinamente de uma maneira praticamente imperceptível, facilitando, assim, que esses processos se ajustem confortavelmente às nossas intuições de que todas as etapas de seu desenvolvimento pertencem ao mesmo indivíduo.

A mesma compatibilidade intuitiva não ocorre diante de transformações individuais mais bruscas. A metamorfose de uma lagarta em uma borboleta, por exemplo, é uma transformação dramática de uma individualidade que, segundo os critérios de senso comum, poderia facilmente representar a formação de uma “nova entidade”. Afinal, uma entidade

parece estar produzindo “outra” completamente distinta. A transformação é tão revolucionária e relativamente pontuada que parece representar a emergência de uma nova individualidade a partir de uma anterior, isto é, um legítimo exemplo do processo de reprodução em que um “pai” produz ativamente sua “cria”. Diante dessa constatação, por que a ciência destina outro nome para o referido processo da metamorfose? Qual a razão para os cientistas não chamarem este processo de reprodução?

A resposta para esses questionamentos é a ausência de uma multiplicação de indivíduos (Godfrey-Smith, 2009 p. 104). Como a evolução parte de uma dinâmica inerentemente vinculada à competição de entidades, nosso conceito de indivíduo deve, necessariamente, abarcar multiplicação de uma individualidade para ensejar a evolução: só assim a dinâmica darwinista pode emergir. Portanto, o que distingue a reprodução como um processo evolutivamente relevante é o fato de ela ser a responsável pelo surgimento de uma dinâmica temporal em que individualidades com características específicas estão inseridas em uma competição pela sobrevivência e reprodução em relação a um dado modo de vida. É a partir do processo reprodutivo que todo o esquema explicativo proposto por Darwin decorre, demonstrando a razão para que a formação de linhagens assuma um caráter tão fundamental para a individuação de entidades biológicas em um panorama dominado pelo darwinismo.

Considerando que a lagarta não se multiplicou em duas borboletas, já que ela apenas se transformou em uma, a metamorfose não pode fazer parte do rol de processos darwinistas legitimamente reprodutivos por não ensejar a dinâmica geracional da evolução. Portanto, por mais que representem transformações morfológicas verdadeiramente dramáticas, metamorfoses não iniciam uma dinâmica darwinista da maneira que a reprodução o faz, refletindo, por isso, uma distinção qualitativa que uma análise evolutiva não deve se furtar de enfatizar. Em suma, não é a transformação drástica e pontuada entre os morfotipos da lagarta e da borboleta que exclui essa metamorfose como um exemplo de reprodução, mas sim a ausência de uma multiplicação de entidades que caracteriza o evento reprodutivo.

Outra questão que emerge ao falarmos em uma “multiplicação de entidades” é a existência de um “processo causal” capaz de conectar as gerações, isto é, de vincular causalmente os pais como os motivos indubitáveis para formação de sua descendência. Diante de uma expressão tão lacônica, começamos a nos indagar qual seria a natureza desse dito “processo causal”. Intuitivamente, ao falarmos em um vínculo causal, queremos dizer que os pais são diretamente responsáveis pela produção de seus descendentes, ou seja, que eles, de uma forma ou de outra, iniciam diretamente os processos que são as causas da existência de

sua cria, ensejando, assim, a multiplicação de individualidades responsável por iniciar a dinâmica darwinista para a evolução.

Percebemos, então, que a *recorrência* geracional de entidades vinculada aos paradigmas de reprodução é um processo manifestamente *ativo*, isto é, um processo em que os pais representam as “causas” diretamente responsáveis pela existência de sua descendência como ocorre, por exemplo, com estruturas como gametas, estruturas que iniciam a cascata causal envolvida no surgimento de outra entidade. Entidades que venham a recorrer temporalmente a partir de um processo de reconstrução passiva, por outro lado, exemplificam recorrências que se afastam dos casos paradigmáticos de reprodução por não possuírem um início emblemático para o seu desenvolvimento, passando a impressão de que o seu reaparecimento temporal não passa de uma reconstrução passiva. Isto é, o seu grau de “reprodutividade” seria meramente marginal, de modo que, quanto mais passivo o processo, menos darwinistas seriam suas consequências.

O importante a perceber, então, é que a *recorrência* temporal seria o gênero de processos dotados de “reprodutividade” do qual os paradigmas de reprodução e a reconstrução passiva seriam espécie, com a reprodução paradigmática constituindo o tipo de *recorrência* em que há um processo causal ativo produzindo esse reaparecimento cíclico de entidades em que uma evolução paradigmaticamente darwinista decorre como uma consequência (Godfrey-Smith, 2015 p. 2).

Por exemplo, enquanto os gametas dos indivíduos biológicos Charles e Emma Darwin foram os responsáveis causais diretos pela geração do material orgânico representado pelo corpo de seu filho, o fêmur em suas coxas não estabelece nenhum tipo de vínculo causal direto com fêmur de seu filho, sendo estas, estruturas que se limitam a recorrer passivamente através das gerações por conta das reproduções ativas dos indivíduos que os possui. Em outras palavras, os fêmures da família Darwin não estabeleceram linhagens, sendo a sua *recorrência* temporal fruto de uma mera reconstrução passiva que não é digna do epíteto “reprodução”, excluindo-os, portanto, do rol de candidatos para os alvos da seleção. Desse modo, fêmures teriam certo grau de “reprodutividade”, mas esse seria meramente marginal por conta da maneira passiva que eles recorrem, sendo mais acertado classificar a sua *recorrência* temporal como um processo marginalmente dotado de “reprodutividade” e incapaz de iniciar uma dinâmica darwinista na prática.

É bem verdade que os referidos fêmures contribuem diretamente para a reprodução e sobrevivência dos organismos humanos envolvidos no processo reprodutivo ao permitir uma locomoção eficiente através de seu ambiente. No entanto, a sua contribuição é

qualitativamente distinta de uma contribuição causal que nomearíamos explicitamente de reprodução, já que eles não causam diretamente o surgimento de outra entidade de seu “tipo” como uma estrutura como um gameta faz. Ou seja, a semelhança desta recorrência temporal com um evento reprodutivo paradigmático é meramente marginal, conforme a falta de uma conexão ativa demonstra claramente, evidenciando, assim, que a simples aparência de “reprodutividade” pode ser um tanto quanto elusiva como um critério analítico, sobretudo nos casos em que envolvem uma distinção sofrível entre reprodução e crescimento em coletividades.

Portanto, entidades paradigmaticamente reprodutivas seriam os mais puros alvos de uma seleção natural paradigmaticamente darwinista, sendo a reprodução um processo absolutamente indispensável para incluir uma entidade na dinâmica da evolução por seleção natural. O problema, porém, é que há diversos processos apresentando um “quê” de “reprodutividade” na prática, evidenciando que, novamente, lidaremos com uma realidade evolutiva difusa em que as propriedades relevantes se apresentam em graus, chegando até um ponto de absoluta descaracterização. O desafio, então, é acolher toda essa diversidade processual em um paradigma teórico coerente, habilitando-nos a reconhecer os indivíduos do processo evolutivo no caso concreto.

Dessa maneira, entre os casos paradigmáticos e os marginais, existe um mar de intermediários, existindo, também, processos progressivamente mais darwinistas na natureza, processos estes que, de um modo ou de outro, precisamos analisar. Para tanto, tentemos elaborar uma classificação formal que inclua os diferentes modos de reprodução existentes na natureza em uma taxonomia coerente.

## 2.5 **Classificando os processos de reprodução**

Para classificarmos apropriadamente os processos de reprodução existentes na natureza, precisamos primeiro definir de uma maneira adequada em que consiste a essência da reprodução propriamente dita, tarefa essa para qual nos voltamos agora. Sintetizando as conclusões de nossas investigações até o momento, reproduzir-se significa, paradigmaticamente, uma forma específica de produção de material biológico em um universo físico, com as entidades participantes deste processo ensejando ativamente uma produção cíclica de descendentes que pertençam ao seu “tipo”, ocasionando, portanto, uma multiplicação de indivíduos. Em suma, a reprodução representa uma via de produção de material orgânico que se caracteriza por ser um processo ativo, cíclico e multiplicativo,



diferenciando-a, desta maneira, de processos análogos como a recorrência passiva, a produção de dejetos e o crescimento.

Outra característica que se tornou saliente foi o fato de que a via reprodutiva para a produção de material orgânico impulsiona a emergência de uma dinâmica muito específica na natureza, a dinâmica darwinista para a evolução. A partir da capacidade de formarem linhagens, esses reprodutores se veem envolvidos em uma dinâmica transformativa em que variações hereditárias com diferenças na aptidão constroem resultados evolutivamente interessantes ao longo do tempo. Então, a forma de individualidade que denominamos indivíduos darwinistas paradigmáticos seriam, por definição, os reprodutores paradigmáticos da natureza, sendo a formação de uma espécie de linhagem o processo definidor do vocábulo reprodução.

Contudo, conforme salientamos diversas vezes, as entidades e os processos evolutivos têm a característica de se estruturarem gradualmente por conta de uma construção histórica paulatina, fazendo com que exista um delicado continuum entre a marginalidade e os casos paradigmáticos em todas as categorias relevantes. Como a reprodução é um processo construído evolutivamente como outro qualquer, sua situação não poderia ser muito diferente: isto é, em algumas situações há um aumento gradual nas variáveis relevantes para configurar um processo como paradigmaticamente reprodutivo, evidenciando que a “reprodutividade” é um atributo de certos processos, indo da marginalidade até os paradigmas de maneira gradativa. Assim, todas as variáveis relevantes mencionadas para a construção da “reprodutividade” são atributos que podem estar presentes nos processos de uma maneira gradativa, ou seja, não necessariamente é uma questão de tudo ou nada, fazendo com que uma análise evolutiva tenha que ser sensível a todos os diversos matizes que iremos encontrar na natureza.

Nesse intento, adotamos a taxonomia proposta por Godfrey-Smith (2009, p. 87), que, partindo dos polos conferidos pelos exemplos mais emblemáticos de processos genuinamente reprodutivos, divide os postulantes a “reprodutores” da natureza em três categorias distintas: reprodutores simples, dependentes e coletivos. Aproveitando-se de casos emblematicamente ilustrativos, Godfrey-Smith ordena instrumentalmente o complicado processo da natureza ao enquadrar os múltiplos exemplos existentes de acordo com os polos naturalmente conferidos por esses paradigmas da reprodução. Eles funcionam como verdadeiros nortes classificativos, isto é, como a “unidade de medida” convencional para orientar nossa classificação. Passemos a uma análise detalhada das referidas categorias, bem como dos casos paradigmáticos que constituíram sua inspiração.

Começemos pela categoria que é a maior motivadora para o debate sobre os níveis da seleção natural, a dos reprodutores coletivos. Conforme seu próprio nome já indica, esse grupo envolve coletividades reprodutivas em que as “partes” constituintes se reproduzem autonomamente, isto é, que se propagam por seu próprio direito, independendo amplamente da coletividade de que fazem parte para sua realização. Portanto, reprodutores coletivos se reproduzem em seu próprio nível, ainda que tenham uma composição formada por entidades igualmente capazes de conduzirem uma reprodução autônoma, criando, assim, o dilema sobre como lidar com esse entrelaçamento reprodutivo. Inspirada pelos organismos multicelulares e seus blocos constituintes com reprodução autônoma, as células, essa categoria é extremamente heterogênea, incluindo nela uma disparidade de entidades que vai de manadas de búfalos até o complexo agregado celular que constitui o corpo humano.

Portanto, diante de sua peculiar característica, os reprodutores coletivos se sobressaem precisamente por constituírem uma categoria em que uma descrição reducionista esteja ao menos disponível para “substituir” a coletividade como o ente que efetua a “verdadeira” reprodução (Godfrey-Smith, 2009, p. 87), a saber, a de suas partes constituintes, gestando, então, o problema dos níveis de atuação da seleção natural. Sejam as entidades de nível inferior búfalos ou células humanas, a reprodução da coletividade pode não passar de uma mera soma da propagação de suas partes constituintes, podendo um reducionista comprometido alegar que a suposta “reprodução” da coletividade não passa de uma derivação dos processos de propagação das entidades de um nível mais basilar e, portanto, fundamental. Diante desta indeterminação, quem estaria com a razão? Nascia, assim, um dos cerne das discussões sobre o nível de atuação da seleção natural, a possibilidade de descrever o processo observado, no caso da reprodução coletiva, de mais de uma maneira, com dois tipos de individualidade disponíveis para ocupar o posto de alvo da seleção.

Como todo coletivo deve ser composto por algum tipo de entidade, chegamos a nossa segunda categoria de reprodutores, a dos chamados reprodutores simples. Definida como a individualidade biológica mais simples a se reproduzir a partir de seus próprios recursos, essas entidades estão situadas no nível mais baixo da hierarquia biológica em que o processo reprodutivo ocorre por conta de um “maquinário reprodutivo” que lhe é intrínseco. Em outras palavras, essas entidades efetuem sua reprodução através de mecanismos biológicos próprios, possuindo, portanto, a aparência das unidades básicas da vida por serem senhoras da própria reprodução. A inspiração para esta importante categoria são as células procariontes, já que a reprodução destas entidades envolve um processo relacionado exclusivamente à célula como

um todo coeso, isto é, com as suas “partes” atuando apenas como partícipes dessas que seriam os verdadeiros agentes de uma reprodução conduzida por um maquinário biológico próprio.

Por fim, chegamos à última de nossas categorias, a dos reprodutores dependentes. Inspirada pela replicação de vírus e cromossomos, essa categoria engloba as entidades que exploram o maquinário reprodutivo alheio para conduzirem sua reprodução, dependendo de terceiros para produzir seus descendentes. Ressalte-se, no entanto, que a alegada dependência reprodutiva em nada ofusca sua capacidade de engendrar uma dinâmica darwinista robusta, sendo esses reprodutores dependentes exemplos paradigmáticos de indivíduos darwinistas por conta de sua capacidade de formarem linhagens em plena evolução. É bem verdade que a maneira através da qual a referida linhagem é formada assume contornos um tanto quanto particulares, fato que não diminui em nada a autonomia de sua individualidade darwinista e a independência de sua evolução. Dessa forma, apesar de este processo de reprodução envolver a estranha característica de ser completamente dependente de recursos alheios, a dinâmica evolutiva que dele deriva é plenamente suficiente para a lógica darwinista, constituindo, inclusive, membros paradigmáticos de nosso espaço darwinista para a evolução do primeiro capítulo.

Como nosso objetivo nesta seção é sistematizar apropriadamente os processos naturais dotados de “reprodutividade”, no intuito de agrupar as causas darwinistas para sua evolução, cumpre notar que a verdadeira ambiguidade processual surge, sobretudo, nos casos que envolvem os reprodutores coletivos. Isto é, são os “reprodutores coletivos” que concentram a maioria dos casos sobre os quais nos perguntamos se estamos diante de uma reprodução propriamente dita ou de algum processo análogo em que a recorrência da coletividade não seja de fato uma reprodução. Tendo isso em mente, façamos a uma análise mais elaborada da categoria dos reprodutores coletivos.

## 2.6 **Reprodutores coletivos**

Assim como o fizemos na análise das sutilezas da dinâmica darwinista, investiguemos os processos de reprodução coletiva existentes na natureza a partir da ferramenta do espaço multidimensional, possibilitando, a partir daí, a realização de um exame adequado de suas gradações processuais. Conforme observamos, o espaço multidimensional se mostra especialmente adequado para lidar com as gradações ontológicas sobrepostas legadas pela evolução, capturando adequadamente a continuidade difusa que os postulantes a indivíduos darwinistas tendem a apresentar. Afinal, entre os paradigmas e os casos obviamente

excluídos, há uma enorme gama de intermediários, intermediários esses que precisamos posicionar adequadamente.

Por exemplo, apesar de ser uma coletividade que recorre temporalmente, apresentando, portanto, um traço de “reprodutividade”, um cardume não parece se conectar reprodutivamente com seus “descendentes” da mesma maneira que um único peixe considerado individualmente o faz; sua recorrência temporal parece ser uma derivação passiva dos reprodutores em um nível inferior. Portanto, a suposta “reprodução” do cardume pode ser encarada como uma recorrência passiva derivada da reprodução dos peixes que o compõe, fato que torna a individuação reprodutiva dessa coletividade algo essencialmente marginal, posicionando-os na borda de nosso espaço multidimensional que representa a “reprodutividade” das coletividades. Portanto, ao constatarmos a existência de cardumes separados por um grande lapso temporal, sabemos que sua recorrência através do tempo se deu de forma meramente passiva, ou seja, dependente da reprodução ativa dos peixes para se perpetuar.

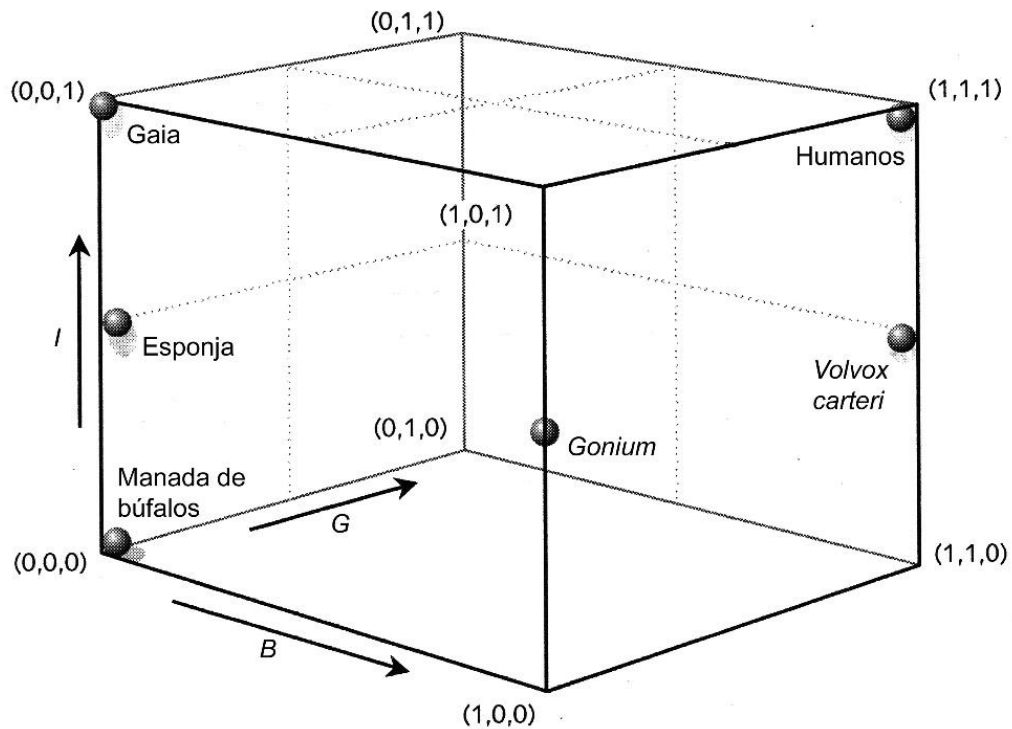
Assim como no exemplo dos cardumes, a língua portuguesa é recheada de termos referentes a essas coletividades que passivamente se “reproduzem” através das gerações. Por exemplo, para os lobos, temos a alcateia; para as abelhas, o enxame; já o coletivo passivamente recorrente dos cães é a matilha; por fim, no que se refere às árvores, temos os bosques, e assim por diante, em uma riqueza terminológica praticamente infindável que retrata apropriadamente uma realidade em que as coletividades recorrem temporalmente sem, contudo, reproduzirem-se; ou seja, são meros agrupamentos dos verdadeiros indivíduos do processo evolutivo, as suas partes constituintes.

Lembremos, porém, que um organismo multicelular é igualmente uma coletividade, só que uma coletividade composta por células. Não obstante, esse fato não nos inibe de enxergá-los como paradigmas de entidades reprodutivas. O que, então, sustentaria nossas intuições nesses cenários? Quais seriam os critérios que amparam a nossa visão de que um coletivo orgânico como um peixe está tão nitidamente envolvido em um processo reprodutivo, ao passo que os cardumes seriam apenas um caso marginal em que a suposta “reprodução” deriva de um processo passivo de recorrência temporal ao longo das gerações?

Para responder a essa questão, começemos a estruturar nosso espaço multidimensional, ilustrado na Figura 2, para a reprodução de coletividades a partir da introdução das variáveis relevantes que o compõe. Como a primeira dessas variáveis, temos o fenômeno que os biólogos chamam de “gargalo”, representando um estreitamento drástico do coletivo no espaço de transição entre as gerações. Portanto, quanto maior o valor dessa

variável, mais acentuado será o estreitamento que pontua o início ativo de uma nova geração, sendo a redução a uma única unidade constituinte o valor máximo a ser atingido. Seguindo Godfrey-Smith, identificaremos esta variável no gráfico a partir da letra “B”, por conta da inicial para o termo gargalo na língua inglesa, “*Bottleneck*”.

**Figura 2 - Espaço da “darwinização” dos reprodutores coletivos.**



Legenda: Significado das variáveis: B = gargalo; G = especialização reprodutiva (distinção germe/soma);  
I = Integração.

Fonte: Adaptado de Godfrey-Smith (2009, p. 95, fig. 5.1), modificado com a inclusão de Gaia.

Intuitivamente, um gargalo aponta para a ideia de um nítido recomeço de um ciclo, atuando, desse modo, como um marco para identificarmos a divisão entre as gerações e como um bom candidato para distinguirmos a reprodução do crescimento. O exemplo paradigmático desse fenômeno é a redução geracional de organismos multicelulares a uma única célula, o zigoto. Cabe ressaltar, porém, que o referido gargalo pode vir em diferentes graus, com o estreitamento geracional apresentando diferentes valores em entidades distintas. O que precisamos notar é que, quanto maior for o referido estreitamento, maior será, também, o valor da reprodução desta coletividade no parâmetro B, sendo o epítome desse processo redutor o recomeço ontogenético a partir de uma única parte constituinte.

O importante sobre esta variável é que, por representar um nítido recomeço, o gargalo altera a dinâmica evolutiva ao ecoar, nas coletividades, os efeitos de uma mutação que venha a ocorrer em uma única parte constituinte, moldando a composição genética do coletivo que está se desenvolvendo a partir desse “recomeço” geracional. Dito de outra forma, uma mutação em uma unidade constituinte que tenha passado por um gargalo irá se desenvolver em uma coletividade uniformemente diferente do resto da população, “darwinizando-a”, dessa maneira, em sua evolução. Ao oferecer um recomeço homogêneo para essas coletividades, o gargalo transfere a dinâmica referente à emergência de variações herdáveis com diferença em sua aptidão para um novo nível, contribuindo, assim, para a “darwinização” de sua evolução.

Lembremos que a variação constitui uma importante variável dentro de nosso espaço darwinista para a evolução analisado no primeiro capítulo (Fig. 1), evidenciando a contribuição do gargalo dentro deste processo de transição de individualidade: limita-se a oferta de variedade no nível inferior, transferindo-a para a coletividade geneticamente homogênea. Restringe-se, assim, a atividade evolutiva do nível inferior, potencializando a evolução da coletividade em um processo que chamamos de “darwinização”.

Portanto, uma mutação que passe por um gargalo irá proporcionar a possibilidade de a evolução ocorrer em um nível hierarquicamente superior ao ecoar seus efeitos através da produção de um coletivo homogeneamente distinto dos outros, inserindo-o em uma evolução darwinista entre coletividades. Precisamente por homogeneizar o nível inferior é que o gargalo efetua a mudança da dinâmica darwinista para um novo tipo de entidade, fornecendo as variações necessárias para sua evolução. Isto é, por ter que atravessar um gargalo, uma mutação terá seus efeitos reverberados no desenvolvimento de uma entidade coletiva homogeneamente distinta, fazendo com que a dinâmica darwinista possa atingir suas maiores consequências em um nível superior, inserindo, então, um novo alvo para a atuação da seleção natural. A variedade, este combustível da evolução, estaria sendo transferida para um novo nível ontológico, implementando, portanto, sua capacidade evolutiva ao custo da de suas unidades constituintes.

Por exemplo, uma mutação que ocorra em um de meus espermatozóides fará com que o zigoto que dele resulte porte uma diferença genética que o tornará homogeneamente distinto do resto da humanidade, podendo esta diferença contribuir, inclusive, para o sucesso evolutivo de meu descendente na futura evolução da espécie humana. Assim sendo, ao produzirem um organismo geneticamente coeso que está em vantagem na competição darwinista entre as coletividades - nesse caso, os organismos humanos -, uma mutação em uma única célula - um espermatozóide - estará sendo reverberada na evolução da população

dessas coletividades como um todo, a saber, a da população humana, evidenciando como esse estreitamento pode atuar como um mecanismo de “darwinização” de coletividades ao lhe fornecer a variação apropriada para sua evolução. Dessa forma, uma mutação em um nível inferior  $n-1$  (o espermatozóide) estará sendo reverberada na evolução do nível superior  $n+1$  (a população humana) por conta da homogeneidade genética do nível intermediário  $n$  (o indivíduo humano).

É o gargalo que permite que a referida mutação em um de meus espermatozóides seja reverberada na produção de um organismo multicelular geneticamente coeso, possibilitando-a, desta maneira, a ecoar seus efeitos para o resto da população dessas coletividades, a população humana. Desse modo, o gargalo atua como um marco que pontua um nítido começo para o ciclo de vida dessas coletividades, sendo a reverberação dos efeitos de uma única mutação um claro mecanismo de “darwinização” da evolução desses coletivos através do fornecimento de variação, o combustível da evolução. Portanto, quanto maior o valor de  $B$  (Fig. 2), mais darwinista será a evolução de uma coletividade por conta de um aumento em  $V$  no outro gráfico multidimensional que analisamos no primeiro capítulo, o chamado espaço darwinista para a evolução (Fig. 1)<sup>9</sup>.

Reparem, no entanto, que o referido gargalo limita, mas não impossibilita que a evolução no nível inferior influencie fortemente a dinâmica da evolução na coletividade. Afinal, apesar de fornecer um afunilamento que restringe o potencial evolutivo do nível inferior, nada impede que a seleção por linhagens das partes constituintes altere diretamente a representatividade da coletividade na próxima geração, isto é, que ela tenha consequências evolutivas diretas ao moldar o rumo de sua evolução. Reduzem-se as oportunidades sem extinguir, contudo, as consequências, fazendo com que a suposta evolução do nível superior ainda possa ser enxergada como uma simples derivação de uma seleção ocorrendo entre suas partes constituintes por não “desdarwinizar” completamente o nível inferior. Em suma, o gargalo, por si só, não seria suficiente para a darwinização paradigmática de uma coletividade, ajudando-o somente em um incremento relativo dentro das variáveis nosso gráfico multidimensional para os reprodutores coletivos e sua individualidade evolutiva.

A segunda variável de nosso gráfico representa o grau em que uma coletividade apresenta uma estrutura especializada para a função reprodutiva, isto é, de células ou quaisquer outras estruturas “germinativas” que sejam destinadas exclusivamente para a

---

<sup>9</sup> Por uma questão de espaço, não inserimos a variável da Variação ( $V$ ) em nossa reprodução tridimensional do espaço darwinista (fig. 1), já que uma superfície bidimensional como um papel somente suporta três variáveis e os fatores relevantes em um processo evolutivo superam este número. Contudo, a variável  $V$  funcionaria analogamente aos componentes  $H$ ,  $C$  e  $S$ , isto é, de maneira gradativa.

formação da próxima geração (Fig. 2). Dessa forma, quanto maior a especialização de uma estrutura destinada exclusivamente para a função reprodutiva, maior será, também, o valor que a dita coletividade alcançará no eixo do gráfico identificado pela letra “G”, aumentando, dessa maneira, a “darwinização” da evolução deste coletivo ao facilitar o reconhecimento do “início” ativo de em um ciclo estereotípico que denominamos “reprodução”.

Por exemplo, em mamíferos, como nós, há uma clara especialização celular para que exclusivamente óvulos e espermatozóides cumpram as funções reprodutivas da coletividade, sendo as células somáticas de nosso corpo verdadeiros becos sem saída para a evolução. Apenas óvulos e espermatozóides irão contribuir materialmente para a formação da próxima geração, estando todas as outras células limitadas a aspectos puramente funcionais da existência atual. Subordinam-se, portanto, aos interesses de uma coletividade “darwinizada”, evidenciando seu elevado grau de individuação, já que as próprias células germinais são “partes” funcionalmente subordinadas ao “todo”.

Cria-se, portanto, uma situação em que a especialização das células reprodutivas impulsiona a emergência de uma dinâmica darwinista em uma nova dimensão, a da coletividade, fazendo com que a dinâmica evolutiva em um nível inferior seja destituída de parte de seu significado darwinista por não influenciar os resultados da próxima geração. Ocorre aquilo que chamamos de “desdarwinização” do nível inferior (o das células) em prol da “darwinização” da coletividade, o organismo humano, a entidade a que as células germinais estão subordinadas funcionalmente.

Por exemplo, tumores cancerígenos especialmente agressivos nos corpos humanos certamente irão se espalhar com maior proficiência do que as outras células de nosso corpo, células essas com as quais os tumores disputam diretamente por recursos em sua propagação. Em suma, esses tumores estariam evoluindo, sendo, inclusive, os vitoriosos nas efêmeras corridas darwinistas de curto prazo que representam a vida de um único indivíduo humano. Entretanto, felizmente esse resultado não irá se propagar para a próxima geração por serem meras mutações somáticas, sendo o seu sucesso evolutivo uma simples vitória momentânea, uma conquista evolutiva inerentemente instável que irá ser erodida tão logo o seu portador venha a falecer. Limitam-se, assim, as possibilidades de uma célula “alcançar a próxima geração”, tornando a evolução da coletividade muito mais significativa do que a do nível inferior.

Dessa forma, apesar de ainda ser uma população darwinista, a evolução das células somáticas de nosso corpo tende a não ser ecoada através das próximas gerações, fazendo com que sua relevância darwinista de longo prazo se limite inteiramente ao nível das células



germinais e, por consequência, das coletividades, já que as células germinais são partes funcionalmente integrantes de uma coletividade “darwinizada”. Desse modo, a especialização germinal é um mecanismo de “darwinização” das coletividades por concentrar as variações com relevância evolutiva em um único tipo de célula, “desdarwinizando”, portanto, o nível inferior, que tende a continuar apresentando uma dinâmica interna, sem, contudo, possuir importância evolutiva para a trajetória histórica “profunda” da coletividade.

Comparem essa situação com a evolução de animais como, por exemplo, as esponjas do mar, nas quais uma indistinção prática entre germe e soma faz com que uma mutação localizada em qualquer parte do corpo da referida esponja possa adquirir significado evolutivo de longo prazo, desde que se separem da coletividade. Qualquer célula que compõe o corpo de uma esponja tem o potencial reprodutivo de “alcançar” a próxima geração, fato que faz com que possíveis mutações nos diversos trechos de seu corpo possam adquirir “significado evolutivo” de longo prazo, influenciando, assim, a dinâmica da evolução das futuras gerações. “Desdarwiniza-se” parcialmente, portanto, a coletividade, fortalecendo as proposições reducionistas de que a reprodução deste coletivo se limitaria apenas a uma soma das reproduções de nível inferior. Por exemplo, ao contrário de um tumor cancerígeno nas células somáticas humanas, uma mutação que adquira uma vantagem relativa na competição interna entre as células do corpo das esponjas pode alcançar a próxima geração sem qualquer problema, ao se separar do resto da coletividade, evidenciando que a reprodução coletiva possui menos relevância evolutiva do que no caso humano. Concentra-se a causalidade darwinista na reprodução das entidades de nível inferior, ressaltando, porém, que a evolução coletiva das esponjas ainda possui um “quê” de “darwinização”, conforme observaremos mais adiante na análise de nossa terceira variável do gráfico dos reprodutores coletivos (Fig. 2).

As células reprodutivas são, portanto, uma especialização que emancipa a evolução da coletividade, “darwinizando-a” para evoluir como um todo coeso. Reparem, também, que a especialização reprodutiva pode atuar em complemento à variável B, servindo como o mecanismo que extingue de vez as consequências significativas da evolução das partes constituintes em relação à da coletividade, explicando, assim, de forma menos abstrata a razão da importância de a reprodução ser um processo ativo. Grosso modo,  $B + G =$  natureza ativa do processo. Isto é, enquanto um B alto atuaria na redução das oportunidades evolutivas para o nível inferior, G extingiria definitivamente suas consequências práticas, emancipando de vez a evolução da coletividade em relação às suas partes constituintes “desdarwinizadas” (Fig. 2).

Por mais que sigam inseridas em uma dinâmica darwinista como populações independentes, a dinâmica evolutiva das entidades constituintes como, por exemplo, a das células somáticas de nossos corpos, não terá efeitos duradouros na história evolutiva da coletividade, caracterizando-se como dinâmicas darwinistas completamente inócuas para a descrição causal do que acontece no mundo físico. Colocando nos termos de nosso espaço darwinista do primeiro capítulo (Fig. 1), sua evolução possui um baixo valor na variável S por não se correlacionar adequadamente com a trajetória evolutiva traçada ao longo do tempo. Portanto, por mais que se reproduzam diferencialmente a cada geração (isto é, que tenham uma dinâmica evolutiva), a sobrevivência relativa dessas unidades constituintes não se correlacionaria adequadamente com os resultados apresentados pela dinâmica evolutiva na prática, demonstrando que o valor adaptativo referente às suas qualidades intrínsecas não se compatibiliza com resultados apresentados pela evolução. Desse modo, o vetor causal da evolução das partes constituintes seria explicado mais apropriadamente a partir de causas concentradas no nível da coletividade, causas estas que lhes são extrínsecas, de modo que o baixo valor em S das partes constituintes se configure como inversamente proporcional aos elevados valores alcançados pela evolução da coletividade, esta sim a entidade cujas qualidades intrínsecas influenciam mais diretamente o rumo da evolução.

Outro caso que é clarificado pela existência da especialização reprodutiva é o famoso, e problemático, exemplo conferido pelos insetos eussociais, nos quais a rainha da colônia concentra as atividades reprodutivas enquanto as operárias estéreis se restringem à execução das tarefas “somáticas” da colônia. Isto é, as rainhas seriam análogas às gônadas dos organismos sexuais e as operárias simples células somáticas, demonstrando a absoluta especialização reprodutiva destas coletividades. Tem-se, portanto, um exemplo em que a individualidade darwinista está fragmentada pelo espaço físico, com a colônia se reproduzindo como um único ente a despeito de suas partes constituintes estarem espalhadas através do ambiente físico, ou seja, carentes de qualquer conexão material entre si.

Assim sendo, a especialização reprodutiva no nível da colônia faz com que essas comunidades assumam ares de um “superorganismo” (Wheeler, 1911; Hölldobler & Wilson, 2009) ou, mais apropriadamente, de um organismo no sentido analisado, capacitando-as, dessa maneira, a se configurarem como entidades darwinistas que constituem alvos perfeitamente adequados para a seleção natural (Godfrey-Smith, 2013). Em outras palavras, a especialização reprodutiva das rainhas faz com que uma entidade física carente de qualquer conexão material entre suas partes como, por exemplo, uma colônia, assumam a posição de individualidade darwinista na evolução, entidade esta que evolui paralelamente com os

insetos que a compõem, evidenciando mais um caso de dinâmicas darwinistas entrelaçadas ocorrendo de forma paralela. As colônias seriam, então, entidades que se reproduzem, variam, herdam e, por fim, sobrevivem diferencialmente, participando, portanto, de um processo que podemos apropriadamente chamar de evolução; já os insetos individualmente considerados, por outro lado, estariam igualmente evoluindo por seu próprio direito, exemplificando claramente o complicado processo que nos foi legado pela evolução, um processo em que dinâmicas distintas coexistem pacificamente lado a lado no mesmo corpo fisiológico.

Por fim, chegamos à última das variáveis de nosso gráfico tridimensional, a chamada *integração* da coletividade (Fig. 2). Identificada pela letra I, esse parâmetro avalia a dependência mútua entre as partes, correlacionando-se intimamente com o grau de organicidade de uma determinada entidade. Enquanto G avalia somente a especialização referente à capacidade reprodutiva, I representa outras formas de especialização e integração, isto é, formas de divisão do trabalho e de dependência mútua apresentada pelas partes em relação ao todo que elas compõem. Para observarmos os efeitos desta diferença na prática, analisemos a distinção de duas das entidades coletivas mencionadas nesta seção, as manadas de búfalos e as esponjas do mar.

Apesar de ambas terem valores igualmente baixos em relação aos parâmetros B e G, as esponjas apresentam uma integração funcional (I) muito superior à da manada por conta da maior organização referente à composição de suas partes, fazendo com que sua evolução seja mais “darwinizada” do que a desse coletivo de búfalos. Por exemplo, ao contrário da manada de búfalos, que se limita a uma frágil coesão espaço-temporal em suas interações causais com o mundo, as esponjas podem se reproduzir sexualmente no nível da coletividade, apresentando, portanto, uma integração funcional mais robusta que influencia diretamente a dinâmica de sua evolução ao homogeneizar as necessidades evolutivas de todas as partes constituintes. Dessa forma, a integração funcional “socializa” o destino evolutivo de todas as partes, tornando-as dependentes mutuamente em sua evolução, influenciando as possibilidades evolutivas da futura trajetória histórica dessa linhagem e aumentando as chances de que uma nova coletividade paradigmaticamente darwinista se desenvolva nos futuros passos dessa evolução em uma nova transição de individualidades.

Dessa forma, a divisão do trabalho representada pela integração funcional “cola” as partes de uma mesma coletividade em uma única trajetória evolutiva, de modo que, quanto maior sua integração, mais “colado” estará o seu destino evolutivo e, por consequência, mais darwinista será a sua evolução, justificando-se, assim, a inserção da variável da integração em nosso gráfico (Fig. 2). É precisamente essa integração funcional que nos permite identificar

um “quê” a mais na “darwinização” da evolução coletiva das esponjas, distinguindo-as das coletividades darwinistas marginais em relação à pelo menos uma das variáveis relevantes para sua evolução coletiva.

Já a evolução da manada de búfalos, por outro lado, é claramente identificada por nossas intuições como uma coletividade que se limita a recorrer temporalmente de forma passiva, estando a responsabilidade causal do surgimento desse comportamento social restrito majoritariamente à reprodução de seus constituintes individualmente considerados. Não há ali qualquer adaptação reprodutiva sistêmica que oriente as “partes” para a manutenção ativa de um “todo” orgânico, da forma que a reprodução sexuada o faz no caso das esponjas; o que há são integrações derivadas frágeis e pouco coesas em suas interações causais com o mundo, integrações essas que temos o dever de distinguir apropriadamente dos organismos legitimamente formados por processos darwinistas. Dito de outra forma, o vetor causal para a formação evolutiva de uma coletividade como uma manada está concentrado sobretudo na reprodução e seleção dos búfalos individualmente considerados, tornando a manada um simples subproduto evolutivo da ação das verdadeiras individualidades envolvidas nesta evolução, a dos búfalos; já a constituição de um coletivo como uma esponja, por outro lado, deve, em parte, seu desenvolvimento evolutivo a uma atuação da “força” selecionista no nível da “coletividade”, “darwinizando” de forma embrionária, portanto, a sua individualidade evolutiva.

Por exemplo, consideremos o comportamento de uma tendência centrípeta das individualidades que confere à manada de búfalos a forma de um corpo funcionalmente “individualizado” no espaço-tempo. Intuitivamente, um comportamento como esse parece sugerir algum tipo de integração sistêmica que estaria sujeitando as unidades constituintes a uma entidade coletiva legitimamente integrada em suas interações causais com o mundo, a exemplo do que ocorre com as células de um animal complexo como um ser humano. Como vimos, a estabilidade atmosférica pode indicar a existência de uma individualidade coesa semelhante no nível da biota que, segundo Lovelock (1979), atenderia pelo nome de Gaia.

À primeira vista, não há qualquer boa razão para distinguirmos essas entidades integradas dos outros tipos de integrações orgânicas existentes na natureza como, por exemplo, a apresentada pelas células de um ser humano. Afinal, todas elas apresentariam algum grau de integração sistêmica, fato que sugere não existir qualquer distinção qualitativa para levarmos em consideração na criação de uma nova categoria, fazendo com que qualquer diferença existente se refira, única e exclusivamente, ao grau da profundidade da integração, não ao tipo de entidade em questão. Reconhece-se, assim, o fato de que o corpo humano é

substancialmente mais integrado do que uma manada de búfalos sem outorgar-lhe, contudo, uma distinção qualitativa por essa diferenciação.

No entanto, assim que examinamos suas origens com a devida atenção, percebemos que há uma diferença prática que se revela fundamental para o entendimento de um paradigma calcado na história como o darwinista: enquanto a integração centrípeta da manada evoluiu como uma derivação passiva de comportamentos cujas razões evolutivas pertencem aos búfalos individualmente selecionados, a evolução da integração apresentada pelas células de um organismo animal evoluiu *para* exercer aquela função etiológica no nível dessa coletividade devido a uma competição reprodutiva selecionista ocorrendo entre esses organismos, na qual ela foi diretamente selecionada *por* exercer esta função. Ou seja, a causa evolutiva para o surgimento dessa integração animal foi a atuação da seleção natural entre as entidades coletivas “darwinizadas” que melhor executarem essa “função” integradora ao longo de sua evolução ontologicamente autônoma.

Dessa forma, a “função” evolutiva que norteou a construção histórica da integração da manada refere-se à sobrevivência seletiva dos búfalos individualmente considerados, fato que torna a integração dessa coletividade uma derivação de comportamentos selecionados por conta das vantagens individuais que eles conferiram ao longo de sua evolução; já a integração orgânica das células de um animal, por outro lado, evoluiu *para* a sobrevivência integrada desta coletividade orgânica em uma competição seletiva ocorrendo em um nível superior autônomo, evidenciando que há uma diferença qualitativa histórica que um darwinista deve enfatizar, sobretudo quando interessado no problema dos níveis de atuação da seleção: afinal, a seleção natural está diretamente envolvida na construção de uma das interações (no caso do animal multicelular), mas só derivadamente incluída na origem da outra (na manada de búfalos, através da seleção dos búfalos individualmente considerados), de modo que uma análise centrada no paradigma darwinista deve, necessariamente, observar suas distinções.

Assim como no caso de Gaia, a recorrência passiva da “integração” coletiva da manada obtém uma explicação darwinista mais satisfatória a partir de uma ótica que a enxerga como uma *derivação* evolutiva dos comportamentos dos búfalos individualmente considerados, comportamentos esses que são construídos evolutivamente a partir dos “benefícios” que conferem às suas aptidões “egoístas” e individualizadas, evidenciando o papel da história nessa distinção qualitativa. Não basta haver integração para que uma entidade coletiva possa ser considerada darwinista: para ser uma coletividade darwinista, as “partes” de uma determinada entidade devem estar integradas *para* cumprirem determinada função etiológica no nível da coletividade, isto é, que tenham evoluído seletivamente *por*

exercerem a função integradora em questão, caracterizando uma evolução coletiva autônoma ocorrendo em um novo nível independente, o da coletividade. Observa-se claramente, então, que as entidades coletivas darwinistas (mesmo as embrionárias) se configuram como alvos legítimos da seleção natural, ao passo em que as integrações derivadas se estruturam como frutos de uma conjunção fortuita de eventos evolutivos, ou seja, subprodutos das ações das verdadeiras individualidades evolutivas em questão.

Vale dizer que, via de regra, as integrações com origens darwinistas serão mais complexas e coordenadas do que as que se originam a partir das derivações. Afinal, ao contrário das integrações que dependem da conjunção fortuita das causas que produzem essas derivações, temos no mecanismo seletivo darwinista uma força que está ativamente construindo uma integração coesa, explicando a razão para a fragilidade da integração de uma manada quando comparada à primorosa interação das células de um organismo animal. Na ausência de uma força ativa construindo a integração, seria improvável encontrarmos uma conjunção perfeitamente harmônica, análoga a que observamos nos organismos evolutivamente selecionados *para* serem daquela maneira, de modo que integrações derivadas como manadas de búfalos e Gaia tendem a apresentar menos coesão e complexidade do que as darwinistas, na prática.

Entretanto, deve-se enfatizar que o mecanismo seletivo darwinista não constitui uma *lei da natureza* que vincula o caminho absolutamente necessário para a construção de integrações complexas em nosso universo, mas sim uma das maneiras logicamente possível (e contingentemente existentes) através da qual esse resultado pode ser obtido, podendo a natureza ter “encontrado” (ou vir a encontrar no futuro) outras vias fortuitamente estruturadas para sua consecução. Dessa forma, é logicamente concebível que outro processo construa integrações complexas na natureza, de modo que a Gaia “lovelockiana” se mostra uma possibilidade empírica crível para se construir uma integração complexamente coesa em nosso universo.

No entanto, ainda que uma integração derivada extremamente complexa quanto a Gaia “lovelockiana” se mostre uma realidade empírica, a ótica teórica darwinista seguiria exigindo que a distinção baseada na origem da integração fosse observada, com as integrações darwinistas recebendo um status especial por conta de sua relevância para o paradigma histórico causado pela dinâmica seletiva engendrado por Darwin. Desse modo, o fundamento da distinção não se baseia na complexidade das integrações, mas sim na forma de suas origens, com a atuação direta da seleção natural atuando como um marco para a existência dessa divisão.

Uma distinção conceitual dessa natureza possui enorme importância heurística para a compreensão histórica da evolução, sobretudo quando essa evolução é encarada da maneira diacrônica como a nossa discussão exige, reconhecendo a existência daquilo que Michod (1999) chama de transição de individualidades em sua progressão. Afinal, conforme observamos, um processo histórico como a evolução tem por característica a existência de uma ontologia difusa e ainda em formação, incluindo nesse rol de inovações ônticas o surgimento temporal gradativo de integrações que denominaríamos como coletividades com uma evolução autônoma.

Cria-se, com isso, a necessidade metodológica premente de distinguirmos apropriadamente estes dois tipos de integração, com a aplicação de nossas variáveis gráficas atuando precisamente como os métodos profiláticos necessários em nossa investigação para diferenciar integrações darwinistas de entidades coletivas como manadas de búfalos, cardumes e Gaia. O que antes era uma simples divisão amparada por nossas intuições (que búfalos são indivíduos darwinistas, mas as manadas, não) ganha uma sustentação teórica robusta a partir da aplicação prática de nossas variáveis gráficas (Fig. 2). As variáveis funcionam, portanto, como genuínas ferramentas que nos permitem navegar nessa complicada ontologia biológica com um pouco mais de tranquilidade, possibilitando a identificação de indivíduos darwinistas com maior segurança, mesmo nos casos em que a “darwinização” da coletividade em questão seja meramente embrionária.

Dessa forma, ao analisarmos os possíveis alvos para a atuação da seleção na natureza, devemos, necessariamente, efetuar a distinção entre integrações darwinistas e derivadas. Só assim poderemos destilar apropriadamente os verdadeiros postulantes ao título de alvos da seleção, sendo as integrações darwinistas os únicos candidatos sérios nesta relação. Como vimos, a utilização de nossas variáveis gráficas pode funcionar como uma boa heurística, razão pela qual acreditamos que o critério aqui adotado pode contribuir para analisar o problema dos níveis da seleção natural ao distinguir os verdadeiros alvos seletivos de meras integrações derivadas. Integrações darwinistas seriam, então, coletividades que se inserem progressivamente como um novo nível ontológico para a atuação da dinâmica darwinista, diferenciando-se de conjunções fortuitas que produzem uma integração derivada como, por exemplo, as manadas de búfalos e a Gaia de Lovelock, por mais complexas que estes subprodutos de atividades reprodutivas alheias possam ser.

Para finalizarmos a nossa análise sobre reprodutores coletivos, analisemos o mérito de nosso gráfico tridimensional (Fig. 2) através de uma aplicação prática no estudo de casos notoriamente problemáticos, a evolução dos insetos sociais, aplicação essa que possibilitará

um verdadeiro teste de sua capacidade de identificar a presença gradativa da darwinização na evolução dessas integrações coletivas verdadeiramente paradigmáticas para o estudo das “transições de individualidade” dentro da evolução. Afinal, como vimos, além de apresentarem uma especialização reprodutiva, os diversos organismos que compõem estas colônias se notabilizam precisamente por ostentarem assombrosas adaptações estruturais dedicadas exclusivamente às necessidades fisiológicas da comunidade, constituindo, portanto, a emergência gradual de um novo nível ontológico para a atuação da seleção natural. Como explicar essa transição de individualidades através de um paradigma centrado na maximização do sucesso evolutivo individual?

Começemos a nossa análise ilustrando a profundidade da integração das comunidades desses insetos eussociais a partir de um exemplo particularmente elucidativo, o das chamadas formigas-pote-de-mel. Como seu nome indica, essas formigas estocam em seu corpo um alimento semelhante ao mel das abelhas, sendo o armazenamento desse nutrimento sua única “função etiológica” ao longo de suas vidas. Isto é, muitas das vezes essas formigas passam a completude de suas existências como adultas presas ao teto do formigueiro, atuando pura e simplesmente como uma espécie de recipiente inerte para armazenar o alimento da colônia.

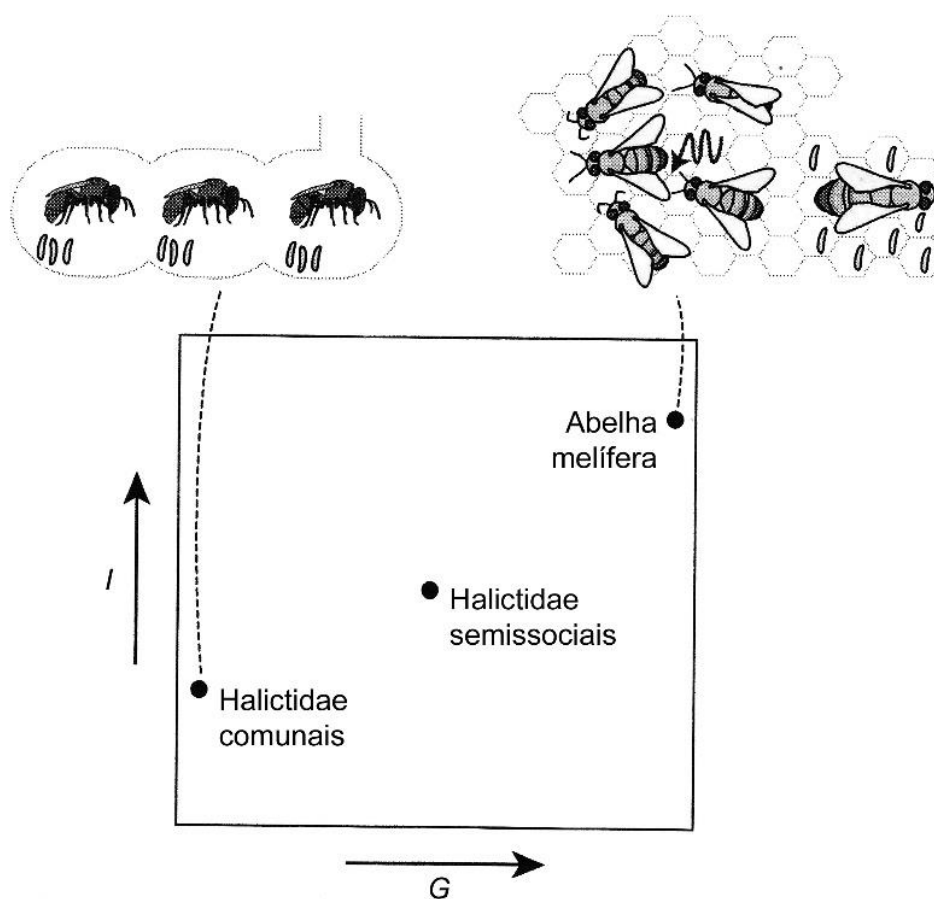
Temos, então, um organismo individual cujo único “propósito” evolutivo é servir à colônia como um meio de armazenamento, um recipiente inanimado capacitado única e exclusivamente a servir sua simplória função coletiva na estrutura da colônia. Diante dos embarços de explicar essa peculiar morfologia através do valor que suas adaptações fornecem à sobrevivência individual, nada mais natural do que imaginar que essas adaptações eram, na verdade, adaptações da colônia, casos em que a comunidade era o verdadeiro alvo da seleção.

Observa-se, portanto, um organismo ostentando uma adaptação orientada “para” o benefício da colônia, isto é, uma adaptação manifestada nos corpos dos organismos individuais em que a coletividade, aparentemente, foi o alvo da seleção. Mais do que isso, o que se nota é uma integração orgânica que perpassa as fronteiras materiais de uma única individualidade fisicamente coesa, ou seja, um organismo destituído de conexão física entre suas partes, o formigueiro, um organismo composto pelos corpos de outros organismos. *Mutatis mutandi*, a mesma situação contraintuitiva se aplica a outros insetos eussociais como, por exemplo, no caso das abelhas, evidenciando que organicidades coletivas espalhadas pelo espaço físico e compostas por outros organismos não são pontos fora da curva em um universo darwinista.



Percebe-se, então, que mesmo a organicidade, essa característica tão intuitivamente vinculada a uma entidade hermeticamente conectada, pode ocorrer na estranha disposição espacial de um formigueiro ou de uma colmeia. Não há qualquer necessidade que obrigue os organismos a ser entidades fisicamente coesas, sendo a construção evolutiva da sujeição das “partes” em relação ao “todo” sua característica essencial. A verdadeira questão que se coloca, então, é como uma organicidade composta por outros organismos pode ter surgido. Em outras palavras, como explicar essa aparente transição de individualidades na história da evolução?

**Figura 3 - Variação no grau de socialidade entre as abelhas (Insecta: Hymenoptera: Apoidea).**



Legenda: Significado das variáveis: G = especialização reprodutiva (distinção germe/soma); I = Integração.

Fonte: Adaptado de Godfrey-Smith (2009, p. 98, fig. 5.3).

Analisando especificamente o caso das colônias de abelhas, podemos comparar a situação da sociabilidade de algumas espécies utilizando os parâmetros ordenadores fornecidos por nosso gráfico multidimensional, iluminando certas distinções que podem ilustrar a maneira que se deu a evolução da eussocialidade (Fig. 3). Partindo de um enfoque

voltado exclusivamente para as variáveis I e G, percebemos que a evolução da organização social dessas abelhas pode ser compreendida de uma forma comparativa. Por exemplo, no limite inferior de nosso gráfico, encontramos a categoria que, seguindo a classificação proposta por Charles Michener (1974), podemos denominar “abelhas comunais”.

Abelhas comunais seriam as espécies em que fêmeas predominantemente solitárias partilham um mesmo ninho para a criação de sua descendência por uma questão de absoluta necessidade, apresentando, dessa forma, um embrião de sociedade “forçada” em meio ao mar individualizado que é o resto de suas existências. É a partilha dos ninhos derivada de comportamentos individualmente selecionados que faz com que essas abelhas solitárias ingressem por força da necessidade na dimensão de uma coletividade, ainda que timidamente. Faltam-lhes, portanto, maiores integrações sociais além da mera partilha “forçada” do local de nidificação, sendo a preocupação autocentrada com a defesa deste recurso coletivo uma espécie de centelha para o início da construção evolutiva da sociabilidade em seres predominantemente solitários, evidenciando a maneira como algo que, antes, era uma simples integração derivada pode “preparar o terreno” para a emergência de uma integração legitimamente darwinista no futuro, ajudando-nos a explicar a transição evolutiva de uma maneira gradual.

Tais abelhas apresentam um embrião da divisão do trabalho ao cooperarem egoisticamente para a defesa do recurso que elas têm em comum, significando que a sua inserção na dimensão coletiva se dá por vias não selecionadas, anulando, com isso, o problema do altruísmo biológico para o surgimento dessas sociedades em uma transição de individualidades. Posicionam-se, portanto, na margem inicial de nosso gráfico, apresentando um esboço de integração *derivada dos comportamentos individualmente selecionados*, sem exibir, contudo, uma especialização reprodutiva que aumente seu valor em G. Afinal, considerando que todas as abelhas se reproduzem, não há qualquer especialização reprodutiva a ser computada. Seguindo o exemplo de Godfrey-Smith (2009, p. 98), essa “categoria” de abelhas é representada no gráfico por um membro da família Halictidae (Fig. 3).

É essa mesma família de abelhas, aliás, que fornece o exemplo escolhido para ilustrar aquilo que consideramos ser o segundo ponto em nosso gráfico bidimensional, o das abelhas semissociais (Fig. 3). Por apresentarem um pequeno grupo de indivíduos que se abstém da reprodução, podemos dizer que esta coletividade já ostenta os contornos inconfundíveis de uma especialização reprodutiva, elevando, por isso, o seu posicionamento na variável G. Representam, portanto, uma distinção qualitativa na estruturação de uma entidade legitimamente integrada, razão pela qual se inserem no gráfico em uma posição mais elevada

do que as abelhas comunais. Outra característica que as distingue das referidas abelhas comunais é uma cooperação orientada para os cuidados com a cria, aumentando, dessa forma, a integração desta “protossociedade”. Isto é, as abelhas semissociais não mais se limitam à simples defesa compartilhada do ninho, repartindo, também, o cuidado com a cria, ostentando uma integração mais elaborada que começa a assumir os inequívocos contornos darwinistas, ainda que de maneira embrionária.

Em outras palavras, essas abelhas semissociais se encontram mais próximas de uma coletividade que verdadeiramente se reproduz e, portanto, evolui, demonstrando que já se trata de uma integração selecionada com os primeiros traços de uma dinâmica hierarquicamente autônoma, ou seja, uma integração embrionariamente “darwinizada”. Vale ressaltar que, novamente, nossas variáveis gráficas possuem o mérito de reconhecer os casos limítrofes em uma ontologia diacrônica, isto é, em contínua transformação temporal, característica esta essencial para uma investigação evolutiva, reconhecendo os primeiros e tímidos traços darwinistas na evolução de uma coletividade.

Por fim, chegamos à categoria de abelhas que são, de fato, espécies eussociais, com o famoso exemplo das abelhas melíferas colorindo essas pujantes sociedades orgânicas que constituem legítimas coletividades darwinistas (Fig. 3). Quando digo sociedades orgânicas, não estou querendo ser meramente literário. É exatamente isso que elas são: organismos comunitários em que as rainhas se restringem à execução das tarefas reprodutivas, analogamente aos óvulos e espermatozóides em nossos corpos, enquanto suas operárias inférteis e morfologicamente diferenciadas em “castas” especializadas cumprem as diversas necessidades “somáticas” da colônia, operando, desse modo, como verdadeiras “células somáticas” nesse corpo orgânico da comunidade. Atuam, portanto, como genuínas “partes” do “todo” evolutivo que constitui a colônia, um corpo orgânico por seu próprio direito. Não chega a ser surpreendente, então, a iniciativa de Wheeler (1911) de rotulá-las como “superorganismos”, isto é, como organismos em uma escala mais elevada da vida.

Percebe-se, assim, que essas entidades coletivas possuem valores altos em ambas as variáveis (G e I), configurando-se, dessa maneira, como individualidades darwinistas por seu próprio direito, com a reprodução colonial inserindo definitivamente um novo nível hierárquico para a atuação da seleção natural, explicando o motivo para a profundidade de sua integração. Estruturam-se, portanto, como integrações legitimamente darwinistas, isto é, integrações construídas em um processo seletivo que já envolve uma competição entre coletividades, constituindo um indubitável nível hierárquico adicionado para a atuação da seleção natural; ou seja, uma verdadeira transição de individualidade que ocorreu ao longo da

evolução, transição essa que a aplicação de nossas variáveis gráficas representou de uma maneira essencialmente gradual (Fig. 3).

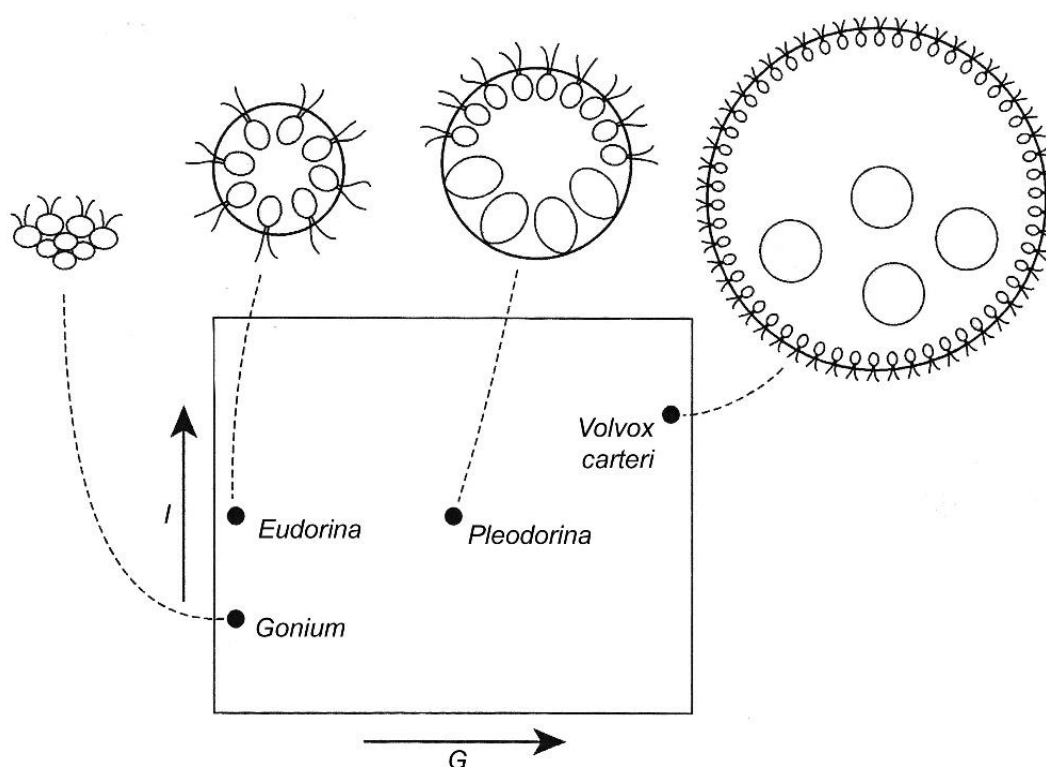
Assim como o esperado, integrações ativamente selecionadas como as desses insetos eussociais configuram-se como organicidades primorosamente integradas, indicando que, *ceteris paribus*, as integrações mais complexas serão, também, integrações darwinistas, isto é, integrações ativamente selecionadas *para* serem daquela maneira.

Conclui-se, assim, que as integrações derivadas “preparam o terreno” para o aparecimento de coletividades darwinistas complexas como as abelhas melíferas, ilustrando a maneira como o surgimento de um novo nível hierárquico pode ocorrer gradualmente a despeito do já citado problema do altruísmo obstaculizando sua realização. A inserção de nossas variáveis gráficas nos permite entender como que a “darwinização” dessas coletividades pode ocorrer gradualmente em um universo de inclemente competição seletiva, evidenciando a validade de nossa classificação para entendermos apropriadamente a diacrônica natureza do debate dos alvos da seleção. A partir de nossos parâmetros, podemos capturar a fluidez ontológica de indivíduos ainda em formação de uma maneira mais robusta, livrando-nos das intempéries metodológicas habituais como, por exemplo, o problema da natureza gradativa da formação da ontologia biológica e as transições de individualidade.

Outro tipo de coletividade paradigmaticamente ilustrativa para as transições de individualidade que pode ter sua evolução analisada a partir destes mesmos parâmetros gráficos (Fig. 4) é a representada por alguns gêneros da família Volvocaceae, cujos organismos biflagelados de água doce podem ter uma existência colonial, indicando, desse modo, o potencial para ilustrarem o surgimento da multicelularidade a partir da competição evolutiva de individualidades unicelulares (Godfrey-Smith, 2009, p. 96).

Começando pela coletividade mais básica, podemos citar o gênero *Gonium*, cujas associações consistem em um simples agregado esférico, contendo de oito a dezesseis células, formado em períodos de baixa disponibilidade de alimentos. Assim como no caso das “abelhas comunais”, a vida comunitária começa como um simples passo “egoísta” empreendido por força da necessidade, evidenciando que o problema das transições de individualidade não assombra a sua evolução. Cada uma dessas células de *Gonium* possui o potencial para estar envolvida em todas as atividades da colônia como, por exemplo, o nado e a reprodução, de modo que o baixo valor que *Gonium* alcança na variável I se deve precisamente ao fato de as células estruturalmente iguais estarem envolvidas aleatoriamente em tarefas funcionalmente diferentes, revelando que não há uma especialização estrutural que aprimore a integração funcional desta coletividade.

**Figura 4 - Diferentes graus de socialidade entre Volvocaceae (Plantae: Chlorophyta: Volvocales).**



Legenda: Significado das variáveis: G= especialização reproductiva (distinção germe/soma); I= Integração.

Fonte: Adaptado de Godfrey-Smith (2009, p. 97, fig. 5.2).

Seguindo com nossa análise, podemos citar o segundo gênero mencionado em nosso gráfico, *Eudorina*, que, ao contrário do anterior, já possui uma tímida especialização entre as células que habitam o interior e o exterior desta coletividade esférica de aproximadamente trinta e duas células, representando uma especialização funcional que aumenta o seu valor em I. Vale ressaltar que, assim como no caso de *Gonium*, os membros de *Eudorina* não possuem uma especialização reproductiva, significando que qualquer uma de suas células pode iniciar a formação da próxima geração, fato que já não se observa no terceiro de nossos gêneros analisados, *Pleodorina*. Compostos por algo entre sessenta e quatro e cento e vinte oito células, as coletividades clonais de *Pleodorina* já apresentam um embrião de especialização reproductiva, localizando-se, por isso, em uma posição mais favorável no eixo gráfico representado pelo parâmetro G. Apresentam, também, um “quê” de divisão do trabalho, igualando os membros de *Eudorina* neste critério de integração da coletividade.

Por fim, chegamos ao gênero que representa o epítome da integração funcional nesses organismos aquáticos, *Volvox carteri*, uma coletividade esférica com até  $2^{12}$  células extremamente bem organizadas e que possui uma fina distinção entre germe e soma,

posicionando-os na extrema direita de nosso gráfico devido a seus elevados valores em nossos parâmetros como coletividades praticamente orgânicas em suas complexidades.

Percebe-se que, assim como no caso das abelhas, a formação de postulantes a novos alvos da seleção é substancialmente ampliada pela aplicação de nossos parâmetros gráficos, permitindo-nos enxergar, a partir deles, a dinâmica temporalmente fluida e contínua da formação dos indivíduos legada pela evolução de uma maneira mais apropriada, ilustrando, nesse caso, como os organismos multicelulares podem ter evoluído a partir das interações competitivas entre entidades unicelulares em uma das “grandes transições” da evolução (Michod, 1999).

Sendo assim, a utilização de nossas variáveis gráficas nos permite compreender como uma integração derivada pode propiciar um cenário adequado para o surgimento do novo nível representado pelas integrações darwinistas de uma maneira que a imuniza contra o problema das transições de individualidade, adicionando, assim, um novo tipo de entidade para a hierarquia da atuação da seleção natural através de passos essencialmente graduais. Passa-se a observar a evolução em curso, com as gradações das individualidades em formação sendo capturadas adequadamente a partir de sua classificação, permitindo-nos, então, imunizá-las apropriadamente em relação a certas dificuldades metodológicas constantes como, por exemplo, a distinção entre reprodução e crescimento, o problema do altruísmo, a diferenciação entre coletividades darwinistas e derivadas, dentre outras intempéries. Munidos desses refinamentos conceituais em relação às problemáticas noções de individualidade e reprodução, concluamos nossa discussão a partir de uma revisão histórica do debate sobre os níveis da seleção a partir do arcabouço interpretativo aqui construído, de modo que possamos tomar posições contextualizadas dentro do debate sobre os níveis de atuação da seleção natural.

### 3 O DEBATE SOBRE OS NÍVEIS DA SELEÇÃO NATURAL

Como vimos, as linhas gerais do programa de pesquisa darwinista podem ser expressas abstratamente como o funcionamento de uma dinâmica seletiva capaz de produzir a construção de um resultado empiricamente relevante ao longo do tempo denominado de evolução por seleção natural. Seguindo a fórmula descrita por Lewontin (1985a), basta alimentar um processo com variações hereditárias com diferenças na aptidão que a evolução por seleção natural ocorre como uma consequência espontânea, isto é, como um resultado automático que irá acumular modificações ao longo do tempo. Percebe-se, então, que a dinâmica darwinista descrita dessa forma abstrata parece ser compatível, em princípio, com todos os variados tipos de entidades existentes na hierarquia ontológica da biologia. Afinal, todas as variadas formas de individualidades biológicas parecem poder apresentar variações hereditárias com diferença de aptidão, podendo, portanto, evoluir segundo a definição apresentada.

Contudo, a dinâmica darwinista foi concebida na prática empírica, ou seja, através do estudo de alguns casos concretos com uma realidade particular, a saber, a dos organismos multicelulares, de modo que qualquer abstração generalizante que partisse de suas observações estaria extrapolando as conclusões neles obtidas para todos os variados domínios da vida. Em outras palavras, os casos multicelulares analisados por Darwin atuaram como uma espécie de modelo prático a partir do qual um vasto arcabouço teórico pôde ser inferido, de forma que suas conclusões carregavam pressupostos tácitos erigidos a partir de sua análise de um tipo de individualidade concreta com uma natureza específica, mas que constituía uma mera fração do universo biológico.

Por exemplo, organismos multicelulares são individualidades fisicamente conectadas que possuem uma forma de “reprodutividade” muito nítida, a saber, um tipo de recomeço cíclico de individualidade que se delineia sem maiores problemas para um investigador interessado no estudo da dinâmica darwinista na natureza, prescindindo de definições teóricas mais elaboradas. Dessa forma, o fato de o investigador centrado no paradigma darwinista ter formulado suas teorizações com base nesse tipo de entidade traria consequências indeléveis para a aplicação prática do darwinismo como, por exemplo, a pressuposição de que a reprodução é uma noção bruta, isto é, uma concepção livre de ambiguidades que não necessita de maiores teorizações para o seu reconhecimento na prática.

No entanto, o mesmo grau de “reprodutividade” intuitiva não ocorria em outros níveis da ontologia biológica como, por exemplo, no nível das coletividades com uma integração

não orgânica, demonstrando que a expansão aplicativa do darwinismo formulado para organismos multicelulares não se daria de uma forma tão suave quanto poderíamos supor à primeira vista. Portanto, o problema para esse tipo de extrapolação abstrata da lógica darwinista é que a ontologia biológica é formada por uma hierarquia de individualidades com características únicas, evidenciando que uma expansão teórica abstrata dessa natureza teria que ser analisada com maiores cuidados para saber se ela se prestaria a uma convivência harmônica com os outros domínios ontológicos da biologia e suas especificidades intrínsecas. Esse, aliás, é o âmago do problema sobre os níveis de atuação da seleção natural, com o investigador se vendo entre uma ambiciosa expansão dos domínios empíricos abarcados pela teoria e a especificidade intrínseca das inúmeras entidades biológicas que obstaculizam a referida expansão.

A visão de que o darwinismo incorporava uma dinâmica capaz de explicar os mais variados domínios empíricos se mostrou uma ideia especialmente atrativa, com o paradigma darwiniano tendo sido invocado para explicar fenômenos tão díspares como o desenvolvimento de redes neurais (Eldeman, 1990) e a competição entre firmas econômicas (Ostrom, 1990). Não chega a ser surpreendente, portanto, a expansão do darwinismo para além das fronteiras dos tradicionais organismos multicelulares, com sua aplicação prática sendo vista como compatível, em princípio, com toda a hierarquia da ontologia biológica. Surgia, então, o problema sobre os níveis de atuação da seleção.

Pode-se dizer que o ímpeto para abstrair as consequências do darwinismo, expandindo-as até mesmo para outras disciplinas, já havia começado no século XIX, com Spencer e o próprio Darwin figurando como seus primeiros e mais notórios proponentes. Por exemplo, em sua obra *The Descent of Man* (1871), Darwin postula uma competição seletiva ocorrendo entre tribos humanas, ampliando, dessa forma, o domínio de aplicação de sua teoria para o campo da história humana. Outro exemplo especialmente famoso, mas restrito ao universo da ontologia biológica, é o caso em que Darwin supostamente teria invocado a seleção entre grupos para explicar a evolução das castas estéreis entre as formigas, expandindo, com isso, o domínio teórico para além dos tradicionais organismos multicelulares.

Como vimos, um dos problemas para todos esses casos é que não há uma concepção muito clara sobre o que constituiria a reprodução no nível dessas entidades. Ao contrário dos organismos multicelulares, em que um dos múltiplos meios tradicionais de reprodução biológica pontua um início relativamente óbvio para as individualidades em questão, não é imediatamente evidente o que iria constituir a reprodução de uma tribo humana na prática, já



que se trata um tipo de entidade em que as partes constituintes apresentam gerações sobrepostas, ou seja, em que os pais convivem temporalmente com seus filhos durante boa parte de suas existências. Nessas circunstâncias, em que ponto poderíamos afirmar categoricamente que estamos diante de uma inconfundível instância de reprodução da coletividade formada pela tribo?

Tampouco as colônias de formigas apresentariam uma situação livre de ambiguidades, já que a reprodução da colônia coexistiria com a multiplicação de suas partes constituintes individualmente consideradas. Como, ao contrário das células de organismos multicelulares, as formigas detêm uma emancipação física em relação ao resto da colônia, não é imediatamente inequívoco o nível em que ocorre a reprodução, deixando o investigador com uma dúvida sobre qual seria o alvo da seleção natural.

Portanto, ao faltarem definições expressas sobre o que constituiria instâncias de reprodução para esses tipos de individualidade, o investigador interessado em enxergá-las a partir de uma ótica darwinista ficava limitado a uma analogia artificial com o caso da reprodução multicelular, de modo que as análises darwinistas nesses domínios soavam um tanto quanto deslocadas. É precisamente essa dificuldade de transplantar dos modelos darwinistas que explica por que os exegetas dos escritos de Darwin não conseguem alcançar um consenso sobre qual seria a sua verdadeira posição em relação ao alvo da seleção em alguns casos polêmicos como, por exemplo, na discussão sobre a evolução das castas estéreis do formigueiro. Enquanto alguns analistas defendem que Darwin resolutamente recorreu para a seleção de grupo para explicar esse caso (e.g., Wilson, 1975, 2014; Shanahan, 2004; Borrello, 2010), outros enxergam que ele concedeu uma explicação mais tradicional, ou seja, a partir da competição evolutiva entre as formigas individualmente consideradas (e.g., Ruse, 1980; Gould, 2002). Na ausência de uma definição teórica para a reprodução em cada nível, a análise de casos complexos como esse permanecia sem uma boa explicação prática do que cada investigador estaria querendo dizer.

Na verdade, pode-se dizer que, em seu primeiro século de existência, o darwinismo estabeleceu uma relação que é possível de ser definida como uma coexistência pacífica e irrefletida sobre o problema de saber se a seleção natural poderia atuar em outros tipos de entidades que não os tradicionais organismos multicelulares. Isto é, as figuras mais proeminentes desse programa de pesquisa reconheciam a existência de múltiplos níveis de indivíduos no universo biológico, bem como o potencial abstrato de seu arcabouço teórico para uma expansão para outros tipos de individualidade, sem, contudo, que tal reconhecimento do potencial expansivo de seu arcabouço explicativo fosse acompanhado de

uma análise mais robusta sobre as especificidades e dificuldades que seriam encaradas por tal forma de expansão na prática, de modo que as reflexões mais aprimoradas sobre esse tópico tiveram que esperar a segunda metade do século XX para serem delineadas.

Mais especificamente, as análises do primeiro século do darwinismo raramente confrontavam questões especialmente problemáticas para a discussão sobre os níveis de atuação da seleção natural como, por exemplo, as transições de individualidade e o problema do altruísmo, o estabelecimento de definições mais específicas para conceitos centrais como individualidade e reprodução, distinguindo-os de noções análogas como as coletividades derivadas, no caso da individualidade, e o crescimento e a recorrência passiva, no caso da reprodução, bem como o papel teórico mais estabelecido para a hereditariedade dentro da seleção.

Obras canônicas do darwinismo desse período histórico como, por exemplo, Wallace (1889), Dobzhansky (1937, 1951) e Mayr (1942, 1963, 1970) oferecem apenas relatos brevíssimos sobre a possibilidade da atuação da seleção natural em outros níveis da ontologia biológica, esquecendo-se, assim, de suas possíveis especificidades e dificuldades intrínsecas, fato que lega profundas incertezas conceituais ao paradigma darwinista diante da vastidão de formas de individualidade da biologia. Havia, assim, uma significativa lacuna conceitual a ser preenchida no seio do programa de pesquisa darwinista em relação ao problema dos níveis de atuação da seleção natural, lacuna essa que só viria a ser suprida satisfatoriamente a partir daquilo que chamaremos de “despertar filosófico” sobre o problema dos níveis da seleção natural ocorrido a partir da segunda década do século XX (Dawkins, 1976, 1982; Hamilton, 1964a, b; Maynard Smith, 1964; Sober & Wilson, 1998; Nowak *et al.*, 2010).

Desse modo, na ausência de definições conceituais explícitas, a resolução da ambiguidade ontológica sobre quais seriam os alvos da seleção natural em alguns casos ambíguos como, por exemplo, a evolução das castas estéreis de um formigueiro, seguia como uma persistente anomalia do paradigma darwinista. Os analistas que se davam por satisfeitos ao fazer uma simples analogia com os organismos multicelulares, enxergando um modo de reprodução independente ocorrendo na colônia, tendiam a observar o caso em questão como uma seleção atuando no nível dessas comunidades. Já os darwinistas mais puristas, por outro lado, partiam do ponto de Arquimedes expresso na noção de reprodução multicelular, de modo que apenas esses organismos poderiam se reproduzir e evoluir. Seriam eles, então, os candidatos naturais para o alvo da seleção natural, já que apenas eles estariam verdadeiramente se reproduzindo para iniciarem uma dinâmica darwinista na prática. Qualquer “reprodução” no nível coletivo não passaria de uma derivação das reproduções das

verdadeiras entidades dessa evolução, os organismos multicelulares. Conclui-se, então, que uma confrontação dialética entre ambas as soluções soava como um pesadelo metodológico para o darwinismo, criando, assim, a necessidade premente de se investigar os problemas legados pela questão dos níveis de atuação da seleção natural com muito mais cuidado.

Segundo Lewontin (1985a), como vimos, a individualidade darwinista aparece em várias escalas da hierarquia da ontologia biológica, de modo que esse purismo centrado nos organismos multicelulares é injustificado, sendo sua origem argumentativa uma simples herança do fato de que foi nesse tipo de individualidade que a interpretação darwinista foi gerada. Dito de outra forma, trata-se de uma rele relíquia histórica, uma mera carga do passado oriunda da maneira como a teoria darwinista contingentemente se desenvolveu, carecendo, portanto, de justificações teóricas mais elaboradas para excluir antecipadamente outros candidatos para o posto de alvo da seleção. Qualquer entidade que se reproduza, gerando uma dinâmica evolutiva em que existam variações hereditárias com diferenças de aptidão, pode ser um alvo da seleção darwinista na prática; ou seja, pode se configurar como um nível que se oferece para a atuação da seleção natural.

Dessa forma, a opinião desenvolvida nesta dissertação é a de que o âmago do argumento darwinista realmente possui um potencial abstrato para se expandir para todos os níveis ontológicos da biologia, devendo o investigador apurar as especificidades de cada tipo de entidade no caso concreto. Pode-se dizer, então, que o problema sobre os níveis de atuação da seleção natural constitui uma busca por meios de realizar satisfatoriamente esse potencial abstrato de expansão do darwinismo para outras individualidades da hierarquia biológica.

Vale dizer, porém, que esses darwinistas mais puristas tinham ao menos um ponto sólido em sua argumentação: a reprodução dos organismos multicelulares, de fato, representava uma espécie de ponto de Arquimedes para a elusiva noção de reprodução, isto é, um porto seguro relativamente óbvio contra indefinições associadas a esse conceito ao longo de sua história como, por exemplo, a sua diferença para processos análogos como o crescimento e a recorrência passiva. Afinal, há um nítido recomeço pontuando o surgimento cíclico desses organismos multicelulares marcado por seus processos reprodutivos tradicionais e pouco problemáticos. Portanto, uma das formas de realizar uma expansão conscienciosa é oferecendo definições mais explícitas para conceitos centrais como o de reprodução.

Seguindo a interpretação conferida pelo nosso gráfico dos reprodutores coletivos, a natureza intuitiva da reprodução dos organismos multicelulares paradigmaticamente analisados pelo darwinismo se deve ao fato de essas entidades terem altos valores em todos os

parâmetros que estruturam o nosso gráfico, explicando, portanto, a razão para a existência desse “porto seguro” para o conceito de reprodução.

No entanto, qualquer entidade coletiva que alcance valores similares nessas variáveis estaria igualmente qualificada para sua individuação darwinista de acordo com esses mesmos critérios, inserindo-se, desse modo, na dinâmica de uma evolução. Dessa forma, o critério teórico fornecido por nossas variáveis gráficas explica a razão para que a reprodução dos organismos multicelulares seja claramente a fonte da individuação, de modo que qualquer outro tipo de entidade que consiga preencher os mesmos requisitos básicos estará justificadamente incluído no rol de individualidades darwinistas sob a mesma argumentação, a exemplo do que corre com as colônias de formigas e suas castas estéreis.

Não obstante, conforme observamos, a definição explícita da reprodução, de fato, tem sido uma das maiores falhas dos modelos teóricos que enxergam outros níveis ontológicos como sendo capacitados para a atuação da dinâmica seletiva ao longo da história, justificando, em parte, a desconfiança dos puristas em relação à invocação de outros níveis ontológicos para o posto de alvos da seleção natural. Por exemplo, os estudos da escola ecológica de Chicago (Allee, 1931, 1949) estão permeados de casos em que os analistas saltam ansiosamente para a conclusão da existência de “adaptações” selecionadas para o bem do grupo a partir da mera constatação de funcionalidade coletiva na prática, esquecendo-se de fornecerem, no entanto, uma definição explícita da noção de “reprodutividade” envolvida nesse caso concreto. Em outras palavras, esses analistas confundiam funcionalidade com um produto da seleção, esquecendo-se, desse modo, de definir os parâmetros básicos envolvidos em um cenário seletivo como uma noção de reprodução teoricamente embasada. Para eles, a simples constatação de funcionalidade no nível da coletividade bastava para implicar necessariamente em uma competição seletiva nesse nível, visão essa que se encontra completamente equivocada, diante da existência de coletividades derivadamente funcionais, como vimos no caso das manadas de búfalos, dos cardumes e da Gaia de Lovelock.

Não chega a ser surpreendente, então, que o surgimento da controvérsia contemporânea sobre os níveis da seleção natural tenha se configurado precisamente como uma espécie de reação a essa imputação descuidada de individualidade para outros tipos de entidade, com o purismo darwinista centrado nos organismos multicelulares clamando pela suficiência de seus modelos para explicarem a funcionalidade presente em outros níveis ontológicos. Por exemplo, sobretudo a partir do trabalho de David Lack (1947, 1948, 1954, 1966) acerca do tamanho adaptativo de uma ninhada de pássaros, o purismo darwinista revelou a fragilidade dos modelos “coletivistas” em pensar que a seleção natural atuando em

organismos multicelulares não poderia lidar adequadamente com a “funcionalidade” aparente no nível do grupo, selecionando os traços vantajosos para essas individualidades e deixando uma miragem de “funcionalidade coletiva” como resultado. Especificamente em relação ao tamanho da ninhada em pássaros, Lack mostrou que aquilo que poderia ser interpretado como uma indubitável adaptação do grupo destinada à contenção do tamanho populacional para economizar os recursos ambientais poderia ser explicado, alternativamente, a partir das vantagens seletivas dos organismos multicelulares em sua competição por recursos, com a interpretação “individualista” obtendo previsões mais robustas sobre os resultados constatados na prática empírica.

Portanto, Lack revelou a fragilidade das bases da conclusão de que a mera presença de funcionalidade coletiva necessariamente implicaria em uma dinâmica seletiva atuando no nível da coletividade, já que os modelos seletivos centrados nos organismos multicelulares poderiam lidar adequadamente com esses cenários a partir de hipóteses mais tradicionais, garantindo, com isso, o porto seguro conferido pela reprodução multicelular para as análises darwinistas. Na verdade, pode-se dizer que, ao conferir uma análise mais rigorosa sobre as potencialidades do darwinismo tradicional, Lack estava corrigindo uma falha histórica acerca de uma má interpretação sobre o conceito de competição inserido no paradigma darwinista, má interpretação essa que sustenta a intuição de que uma funcionalidade no nível do grupo necessariamente deveria envolver um mecanismo seletivo atuando entre essas coletividades.

Pensadores como Herbert Spencer (1864) e Thomas H. Huxley (1895) interpretaram a noção de competição presente no darwinismo a partir de seus conceitos de senso comum, crendo injustificadamente que a concorrência seletiva presente na teoria de Darwin se resumiria a uma disputa “gladiatória” na natureza, isto é, a uma “natureza rubra em dente e garras” que se limitaria a uma disputa sangrenta e desmedida entre suas individualidades que não poderia gerar nada além do caos coletivo que supostamente selecionaria o indivíduo mais “forte”. Diante dessa visão “gladiatória”, qualquer harmonia coletiva soava como uma verdadeira anomalia para a ótica teórica darwinista, anomalia essa que os cientistas envolvidos se esforçariam herculeamente para solucionar.

Alternativamente, pensadores como Piotr Kropotkin (1902) enxergavam o “apoio mútuo” entre os animais como a essência do evolucionismo darwinista, ou seja, como uma tendência inexorável devido à sofrida “competição” que esses indivíduos biológicos teriam que estabelecer contra a dureza de seu ambiente físico, de modo que o altruísmo recíproco desse “apoio mútuo” se configuraria como uma absoluta necessidade para garantir a sobrevivência em um habitat recheado de dificuldades. Portanto, onde Huxley e Spencer

enxergavam um cruel e sangrento *laissez-faire* restrito às individualidades, isto é, aos fatores bióticos do ambiente de um organismo, Kropotkin observava um ímpeto para essas entidades se apoiarem mutuamente em sua sofrida batalha contra a os fatores abióticos do ambiente, revelando, assim, a elasticidade semântica apresentada pela interpretação do conceito “competição” a partir de perspectivas de senso comum, perspectivas essas que muito se afastavam da concepção demográfica de Darwin. Assim como no caso das visões de Huxley e Spencer, a perspectiva de Kropotkin não é capaz de capturar as sutilezas e complexidades referentes à competição darwinista, resumindo-se a enxergar uma apenas uma “batalha” dos organismos contra a natureza bruta a partir de perspectivas de senso comum sobre o que constituiria uma “competição”. Qualquer competição mais acirrada configurava uma anomalia teórica, revelando, assim, a inadequação de sua interpretação para uma visão calcada na competição intrapopulacional como o darwinismo.

Como já salientamos, a noção de competição presente no darwinismo é muito diferente da violenta e caótica concepção que lhe é atribuída. O “competir” darwinista não acarreta necessariamente em uma disputa cega e desordenada que culmine em um absoluto caos, evidenciando que uma disputa darwinista entre individualidades é completamente passível de gerar um ambiente harmônico e funcional no nível coletivo ao longo do tempo.

É contra essa concepção de competição, portanto, que os estudos como o de Lack se insurgem, demonstrando a potencial suficiência dos modelos darwinistas tradicionais para explicar os cenários de funcionalidade coletiva existentes na natureza. Para Lack, esse tamanho ótimo das ninhadas é construído a partir de uma dinâmica seletiva ocorrendo entre as individualidades multicelulares, sendo o fato de que tal tamanho fortuitamente se coaduna com as necessidades da coletividade para a contenção do uso de recursos de seu ambiente uma mera contingência harmônica que emerge como resultado dessa seleção individual, ou seja, um epifenômeno de uma noção de competição calibrada pela perspectiva darwinista.

Erradicava-se, assim, um dos maiores mitos vinculados à perspectiva darwinista: a de que as individualidades deveriam ser máquinas exclusivamente voltadas para a reprodução, com qualquer contenção populacional observada sendo enxergada como um ajuste necessariamente selecionado para outro nível como, por exemplo, “o bem da espécie” (e.g., Lorenz, 1963).

O problema com essa visão é que o conceito da aptidão darwinista visa mapear um conjunto causal relacionado à reprodução e à sobrevivência das entidades envolvidas na evolução de um dado modo de vida, de modo que o que realmente importa dentro dessa dinâmica é o número de descendentes que efetivamente sobrevivem e se reproduzem na

próxima geração, não um número absoluto desconectado dessa realidade prática que iria resultar de uma reprodução mecânica e desconsiderada. Desse modo, nem sempre a reprodução desenfreada será o comportamento seletivamente vantajoso, já que um casal de pássaros que produza descendentes em um número absoluto mais elevado não necessariamente será o detentor da maior aptidão. O que efetivamente importa para essa medida darwinista são os descendentes que, de fato, se reproduzam na próxima geração, pouco importando a produção absoluta de filhotes que venham a perecer antes de se reproduzirem.

Levando em conta que os filhotes de pais exclusivamente centrados em se reproduzir não iriam receber o mesmo nível de cuidado parental que os de pais mais conscienciosos com o cuidado de sua prole, a futura taxa de sobrevivência e de reprodução desses filhotes provavelmente não será igual, partindo da suposição razoável de que o cuidado parental influencie em suas taxas de sobrevivência. Afinal, os pais que consigam “investir” os seus “recursos” parentais em um número mais reduzido de filhotes podem vir a ter mais descendentes saudáveis que venham efetivamente a realizar a sua própria reprodução, razão pela qual o seu comportamento pode vir a ser selecionado na prática, demonstrando que a reprodução desmedida não é o comportamento mais provável para espécies que tenham crias altamente dependentes como ocorre com os pássaros.

Portanto, uma competição darwinista individualista é completamente capaz de construir a harmonia coletiva da “contenção populacional” a partir de um processo de baixo para cima, com a disputa seletiva entre as individualidades construindo a complexidade funcional dessa coletividade derivada ao longo do tempo a partir da maximização “egoísta” de suas aptidões. Desse modo, o que, antes dos trabalhos como o de Lack, soava como uma anomalia teórica intransponível para o paradigma competitivo centrado nas individualidades passa a ser observado como casos naturalmente explicados por essa tradicional competição darwinista. A funcionalidade coletiva passa de uma anomalia para uma consequência natural das competições legitimamente darwinistas sustentada por robustos modelos matemáticos, dispensando, então, a necessidade imediata por explicações “coletivistas” heterodoxas em prol do darwinismo individualista tradicional.

Observa-se, assim, que em um paradigma darwinista, a complexidade é fruto de uma competição para a sobrevivência e reprodução entre certos tipos de indivíduos. Não há, então, qualquer apelo para um etéreo “bem da espécie”, mas sim competições darwinistas entre individualidades maximizando sua aptidão em referência ao seu ambiente atual. Consequentemente, um traço que tenha como efeito benéfico a maximização imediata da

reprodução, mas cujo efeito acarrete concomitantemente em uma infeliz consequência para o futuro longínquo dessas mesmas entidades, será um traço selecionado pela seleção natural independentemente das futuras consequências trágicas que a posse desse traço terá para seus detentores. Essa, aliás, é uma das explicações mais populares para a evolução da senescência (Williams, 1957), evidenciando a natureza imediata e individualista dos produtos da seleção natural.

No entanto, o potencial abstrato para outros tipos de individualidades se configurarem como alvos dessa seleção darwinista seguia sendo reconhecido por alguns investigadores, com o trabalho de Wynne-Edwards (1962) assumindo importante relevância histórica. O mérito de sua análise foi acender definitivamente o debate sobre os alvos seletivos no caso concreto, instigando inúmeras respostas apaixonadas de darwinistas comprometidos com o modelo da seleção tradicional (tais como Maynard Smith, 1964; Williams, 1966; Lack 1966; Dawkins, 1976), bem como arregimentando definitivamente as bandeiras dos defensores da incidência da seleção natural em outros níveis.

Na verdade, foi na esteira dos debates estimulados pela obra de Wynne-Edwards que as múltiplas concepções para interpretar o problema sobre os níveis da seleção se desenvolveram de forma robusta, com os modelos da perspectiva genética (Dawkins, 1976, 1982), aptidão inclusiva (Hamilton, 1964a, b), seleção de parentesco (Haldane, 1955; Maynard Smith, 1964), teoria dos jogos (Axelrod & Hamilton, 1981; Maynard Smith, 1972, 1974; Maynard Smith & Price, 1973) e seleção multinível (Sober & Wilson, 1998; Nowak *et al.*, 2010; Wilson, 2012). Começava gradualmente a se delinear, então, o que chamamos de “despertar filosófico” do darwinismo para o problema dos níveis de atuação da seleção natural, a partir do qual o desenvolvimento teórico concernente aos modelos seletivos passou a demonstrar uma crescente preocupação com os problemas levantados pela natureza hierárquica da ontologia biológica e seu relacionamento com a atuação da seleção natural. O que antes era uma coexistência pacífica e irrefletida do darwinismo com a possibilidade da atuação da dinâmica seletiva em outros níveis da ontologia biológica, passou gradualmente a se configurar como um robusto arcabouço conceitual teoricamente complexo e filosoficamente refletido sobre suas possibilidades práticas.

Outro mérito de Wynne-Edwards foi apresentar um modelo teórico explícito sobre o que ele entendia por seleção e reprodução de grupos, fazendo com que os ataques de seus oponentes intelectuais, bem como a argumentação de seus defensores, pudessem ser bem direcionados em um debate com fronteiras mais demarcadas. Ao contrário do que acontecia nos difusos debates anteriores, o conceito de seleção de grupo passou a ter uma definição



conceitual mais sólida, facilitando quaisquer participantes a enxergar nitidamente o que estava em jogo naquela discussão, fato que permite um posicionamento mais consciencioso na prática.

Para Wynne-Edwards, grupos seriam corpos com uma localização espacial específica e com um determinado período de existência temporal, período esse que se estenderia para além da vida de suas partes constituintes individualmente consideradas. Dessa forma a autonomia ontológica dos grupos era alcançada devido a uma suposta estabilidade espaço-temporal apresentada por essas entidades através das gerações, estabilidade essa que alcançava certa independência em relação às suas partes constituintes, analogamente à relação do corpo humano com as células que o compõem.

Entretanto, conforme apontou John Maynard Smith (1964, p. 1146), esse modelo raramente se concretiza na natureza, já que a permeabilidade das fronteiras populacionais não permite a integridade física e temporal dessas entidades coletivas através das gerações. Além do mais, todos os casos analisados por Wynne-Edwards eventualmente receberam a concorrência de um tratamento plausível a partir da perspectiva individualista tradicional, aumentando a desconfiança em relação à necessidade de modelos excessivamente heterodoxos, como os da seleção de grupo, para interpretar os fenômenos naturais. Como vimos, esse foi precisamente o mérito dos estudos com o espírito do de Lack: demonstrar que a funcionalidade coletiva tida como incompatível com a competição darwinista é, na realidade, uma de suas consequências naturais.

Em outras palavras, os modelos tradicionais também conferiam interpretações plausíveis para os fenômenos analisados, de modo que uma explicação demasiadamente heterodoxa como a seleção de grupo não mais fosse vista como uma necessidade emergente das anomalias do caso concreto, mas sim como uma escolha interpretativa deslocada, supérflua e, nos moldes de Wynne-Edwards, tida como extremamente improvável. Parecia fácil, então, a escolha do modelo teórico mais adequado para todos os cenários: a opção tradicional do darwinismo, os organismos multicelulares.

Na verdade, pode-se dizer que, após os escritos de biólogos como George C. Williams (1966), William Hamilton (1964a, b), Robert Trivers (1971, 1972, 1974), Edward O. Wilson (1975), Richard Dawkins (1976) e o próprio John Maynard Smith (1964), as críticas à seleção de grupo angariaram tamanha influência que a transformaram, junto com o lamarckismo, em uma das hipóteses mais vilipendiadas da biologia evolutiva (Wilson, 1983, p. 159), chegando ao ponto de ser encarada por alguns analistas como uma espécie de pseudociência, isto é, como o típico discurso “pré-científico” que as abordagens individualistas oportunamente

corrigiram ao longo do desenvolvimento técnico da área (Dawkins, 1976; Cronin, 1991; Alcock, 1993; Thornhill & Palmer, 2000; Pinker, 2002). Para esses analistas, falar em seleção de grupo parecia representar um retorno a um discurso pré-darwinista em que a manutenção teleológica da “economia da natureza” era a ordem do dia.

No entanto, a defesa de uma absoluta impossibilidade teórica da seleção de grupos foi negada, inclusive, por alguns de seus supostos detratores (Williams, 1996, p. xii). Ao contrário do que as versões que enterraram a seleção de grupo sugerem, a intenção do trabalho de biólogos como Williams (1966), por exemplo, jamais fora a de buscar uma refutação completa da opção da seleção de grupo, visando, ao invés disso, apontar as dificuldades práticas que alguns de seus modelos não estavam considerando em suas investigações. Na verdade, o próprio Williams veio a postular alguns casos de seleção de grupo em obras posteriores (Williams, 1992; Nesse & Williams, 1994). Além do mais, modelos de seleção de grupo progressivamente mais robustos foram sendo construídos ao longo dos anos (Wilson, 1975; Wade, 1976, 1977, 1978; Uyenoyama, 1979; Sober & Wilson, 1998; Wade & Griesemer, 1998), evidenciando que inúmeros desses modelos “coletivistas” cada vez mais complexos continuariam sendo propostos mesmo depois dos escritos supracitados<sup>10</sup>. Mais do que isso, os debates sobre a possibilidade teórica da aplicação dos modelos de seleção de grupo iluminaram inúmeros aspectos dos níveis de atuação da seleção natural, especialmente as questões referentes à evolução do altruísmo e à importância da estrutura populacional para o desenrolar causal da evolução (Sober & Wilson, 1998).

Vale ressaltar, porém, que o arcabouço conceitual que construímos nessa dissertação nos permite interpretar a situação de uma maneira que explica a razão para o ceticismo em relação à postulação dos grupos como candidatos paradigmáticos ao posto de alvos da seleção natural. Como vimos, a dinâmica seletiva se inicia a partir do processo de reprodução. Levando em consideração que grupos são entidades coletivas, sua reprodução pode ser analisada a partir das variáveis gráficas que analisam a “darwinização” dos reprodutores coletivos: gargalo (B), especialização da linha germinal (G) e integração (I).

A partir desses critérios, o ceticismo em relação aos grupos emerge naturalmente do fato de que as entidades tradicionalmente incorporadas a essa categoria alcançam resultados marginalmente darwinistas em todos os parâmetros analisados, falhando, portanto, em caracterizarem-se como paradigmas de unidades da seleção. Afinal, um grupo tradicional como, por exemplo, uma manada não possui especialização germinal que pontue um início

---

<sup>10</sup> Para uma revisão histórica simpática à hipótese de seleção de grupo, veja Sober & Wilson (1994) e Lloyd (2001, 2017).

livre de ambiguidades para as instâncias dessas entidades. Tampouco a transição entre uma geração e outra é marcada por um estreitamento característico do gargalo, impossibilitando, assim, uma diferenciação clara entre a reprodução e o crescimento. Por fim, grupos tendem a apresentar uma absoluta ausência de integração funcional entre as suas partes ao longo do tempo, evidenciando que não há qualquer especialização coletiva a ser computada para sua evolução.

Assim, a distribuição populacional dos modelos de seleção de grupo até pode ser relevante para explicarmos certas nuances da evolução como, por exemplo, o surgimento do altruísmo em uma dada população. No entanto, a relevância prática de tais modelos a esses casos se restringe a cenários explicativos extremamente específicos, não autorizando a atribuição de individualidade darwinista para essas entidades em um sentido mais forte, isto é, paradigmática, evidenciando que a sua individualidade darwinista é de um tipo estritamente marginal e circunscrito a certas situações.

Não chega a ser surpreendente, então, o ceticismo disseminado em relação à possibilidade do grupo se configurar como um nível ontológico disponível para a atuação da seleção natural, já que, sob quaisquer dos parâmetros vistos como relevantes para uma individuação darwinista de reprodutores coletivos, os grupos em questão alcançavam valores irrisoriamente marginais, esvaziando, dessa forma, qualquer perspectiva de uma autonomia ontológica forte em sua evolução. Por isso, grandes autoridades darwinistas preferiram interpretar os fenômenos em questão como casos de uma seleção ocorrendo exclusivamente entre as individualidades multicelulares, reduzindo, com isso, os grupos que elas compõem ao status de meras integrações derivadas recorrendo passivamente ao longo das gerações por conta da reprodução de suas partes constituintes (e.g., Mayr, 1988). Reparem, no entanto, que a noção de que devemos obrigatoriamente optar por um único alvo para cada processo seletivo pressupõe que a escolha em questão se configura de uma forma mutuamente exclusiva, pressuposição essa que iremos contestar mais à frente em nossa defesa da posição pluralista.

A mesma onda de ceticismo atinge igualmente outro dos candidatos propostos para o posto de alvo da seleção, as espécies. Novamente, a aplicação de nossas variáveis gráficas ajuda a entender os motivos. Espécies são entidades destituídas de integração funcional ou de especialização para a função germinal, de modo que seus valores nessas variáveis são exclusivamente marginais. Já em relação ao gargalo, a maioria dos modelos de especiação (alopátrica do tipo dicopátrica, parapátrica e simpátrica) costuma obter valores igualmente marginais nessa variável, explicando, assim, a razão pela qual a espécie não seja um candidato

muito invocado para ocupar o posto de alvo do processo seletivo (Mayr, 1963; Futuyma, 1998; Ridley, 2004). Contudo, no modelo de especiação peripátrica, há, de fato, a formação de um pequeno gargalo, com a nova espécie surgindo a partir do isolamento geográfico de um ou poucos indivíduos (Mayr, 1954, 1963). Por essa razão, certos analistas (Stanley, 1975; Vrba, 1984; Jablonski 1986, 1987; Gould, 2002) julgaram como uma possibilidade real as espécies figurarem entre os potenciais alvos do processo seletivo em alguns cenários específicos, com a existência do gargalo explicando diretamente a razão para um vislumbre de “darwinização” da evolução das espécies.

Portanto, a aplicação de nossas variáveis gráficas explica a razão para o ceticismo disseminado em relação à probabilidade das espécies se configurarem como alvos da seleção natural na prática, assim como a sua invocação em alguns cenários específicos, a saber, nos casos da especiação peripátrica.

Contudo, pode-se dizer que, assim como nos casos da seleção de grupos, a seleção entre espécies foi amplamente encarada como uma opção heterodoxa e descredenciada por conta de sua marginalidade nos outros parâmetros relevantes, sendo a evolução em questão supostamente explicada de uma maneira mais satisfatória através de modelos de seleção centrados nos organismos multicelulares tradicionais, sendo as espécies meras recorrências passivas de suas ações. Reparem novamente que a pressuposição tácita de a escolha ser mutuamente exclusiva paira nessa discussão: ou os organismos ou as espécies devem ocupar o posto de alvo da seleção, não existindo espaço para que mais de um modelo representacional lide com as mesmas situações ambíguas a partir de diferentes perspectivas.

Porém, a incrível diversidade ontológica dos reprodutores coletivos faz com que tenhamos que encarar um quadro de individualidades em que a “darwinização” presente vem em graus, isto é, que os valores apresentados por essas entidades nas variáveis gráficas tidas como relevantes para sua emancipação evolutiva irão aumentar gradativamente, indo dos casos marginais até os paradigmáticos de uma maneira absolutamente paulatina. Assim, é bem verdade que grande parte dos entes tradicionalmente enxergados como grupos seriam individualidades coletivas marginalmente darwinistas, limitando-se a recorrer passivamente por conta da reprodução de suas partes constituintes. Isso não significa, no entanto, que sua marginalidade exclua completamente a sua relevância explicativa em todos os casos concebíveis de evolução, de modo que, em alguns cenários específicos, modelos que considerem esses grupos como alvos da seleção terão aplicação prática por iluminarem oportunamente certas nuances que podem ser relevantes para a evolução em questão e que não podem ser tão claramente percebidas a partir de outras perspectivas, como ocorre no

aparecimento de algumas formas de altruísmo biológico (Sober & Wilson, 1998). Afinal, como iríamos entender a ocorrência de uma transição de individualidades sem apelar para múltiplos modelos representacionais?

Assim, os modelos centrados na seleção de grupo poderiam iluminar algumas causas envolvidas naquele cenário embrionariamente evolutivo específico que não estão tão acessíveis para outras formas de representação, validando, portanto, a sua aplicação nessas situações ambíguas.

A natureza gradual da formação das entidades darwinistas faz com que necessitemos de múltiplas perspectivas para representar adequadamente a riqueza processual existente na biologia. Com isso, os modelos da seleção de grupo serão igualmente necessários para analisar a complexidade da vida e suas gradações, reconhecendo casos em que coletividades marginalmente darwinistas terão um papel minimamente relevante para explicar o curso da evolução como ocorre, por exemplo, no início de uma transição entre individualidades. Os modelos de seleção de grupo serão necessários para mapear alguns casos limítrofes em que esses reprodutores coletivos marginais possam, porventura, ter desempenhado um papel importante para explicar o início de uma trajetória evolutiva, iluminando o desenrolar causal dessa evolução por um ângulo específico e necessário para explicarmos certas sutilezas de sua trajetória evolutiva.

Além do mais, conforme observamos anteriormente, outras coletividades apresentariam um grau crescente de “darwinização” de sua identidade evolutiva, com a especiação peripátrica, abelhas comunais, esponjas, abelhas semissociais, *Volvox*, abelhas melíferas e até mesmo as tradicionais coletividades de células representadas pelos organismos multicelulares representando individualidades coletivas cada vez mais darwinistas em sua evolução, evidenciando não haver nenhum critério que nos permita delimitar um ponto manifesto para o reconhecimento do início de uma individualidade evolutivamente relevante dentro de uma evolução, distinguindo-a apropriadamente da coletividade marginalmente darwinista que ela compõe. Em outras palavras, a “darwinização” de um nível e a “desdarwinização” do nível inferior que o compõe é um processo gradual, de modo que a ontologia biológica irá apresentar uma profusão de casos limítrofes permeados de incertezas que, ainda assim, precisam ter suas evoluções devidamente analisadas a partir de modelos representacionais que capturem todos os seus intrincados detalhes.

Desse modo, uma ontologia darwinista deve levar em consideração esse gradualismo na formação das individualidades, reconhecendo, através do *pluralismo representacional*, as múltiplas formas de individualidade relevantes para essa trajetória evolutiva em todos os seus

“estágios” de formação histórica e, conseqüentemente, de relevância causal. Não se trata de reconhecer, através da pluralidade de representações, apenas os processos marginais, mas também processos progressivamente mais darwinistas que precisam ser reconhecidos para que possamos lidar com a ontologia biológica da maneira diacrônica que sua natureza histórica exige. Portanto, o gradualismo faz com que não tenhamos recortes ontológicos claros, criando, com isso, a necessidade intrínseca por múltiplos tipos de modelos representacionais a fim de reconhecer o fenômeno evolutivo em movimento e por todos os seus numerosos ângulos.

Percebe-se, então, que a natureza histórica e gradual da formação das individualidades darwinistas faz com que a pressuposição tácita de que a aplicação de modelos no caso concreto se configura de maneira mutuamente exclusiva em todos os cenários concebíveis seja extremamente equivocada, obrigando-nos a reconhecer essa diversidade ontológica na natureza a partir de um pluralismo de modelos representacionais para os cenários evolutivos que iluminem os casos ambíguos e suas causas a partir de múltiplas perspectivas, inclusive nos casos marginais.

A necessidade do pluralismo representacional imposta pela existência de casos ambíguos emerge como uma consequência natural da formação histórica e gradual da ontologia evolutiva, fazendo com que o analista não tenha uma alternativa que não a de apelar para múltiplos modelos que representem as causas da evolução dessa ontologia difusa por todos os seus numerosos ângulos. Caso contrário, como ele iria representar os casos em que temos uma forma “inacabada” de “darwinização” de uma entidade paralelamente à “desdarwinização” ainda “em curso” do nível inferior que o compõe, isto é, de uma transição de individualidades?

Por exemplo, como vimos no caso das abelhas e dos Volvocacea, podemos encontrar episódios em que a trajetória evolutiva da formação diacrônica de novas individualidades pode ser praticamente reconstruída a partir de analogias com as entidades existentes atualmente, evidenciando que não há um ponto manifesto para o início e o fim de determinadas formas de indivíduos darwinistas e o das coletividades teoricamente “desdarwinizadas” que elas compõem. Longe de serem meras exceções, esses casos ilustram um fator comum da ontologia biológica, reforçando a necessidade de explorarmos o mesmo fenômeno ambíguo por múltiplos aparatos representacionais a fim de alcançar uma imagem mais realista desse entrelaçamento de individualidades gradualmente formado pela história.

Assim, em uma análise de cenários ambíguos como esses, o investigador deve alternar os modelos que considerem diferentes entidades como as portadoras de aptidão para que

possamos compreender a evolução da linhagem de uma maneira mais robusta, acompanhando as transições de individualidade de uma maneira gradual. Em casos como o da evolução da eussocialidade das abelhas, não há “a” unidade de seleção, mas sim uma aplicação intermitente de modelos que coloquem alternadamente as abelhas individualmente consideradas e as coletividades que elas compõem como as portadoras da aptidão na análise, mudando a perspectiva de acordo com as necessidades de cada situação (Godfrey-Smith & Kerr, 2013). Somente a partir dessa mudança entre as perspectivas é que podemos lidar com esses cenários difusos e suas complexidades historicamente construídas a partir de processos graduais coerentemente, alcançando, assim, uma perspectiva diacrônica para a formação de novas individualidades.

Nesse ponto, precisamos ser mais específicos sobre o que estamos querendo dizer a partir do conceito de “modelos representacionais”. Por modelos representacionais, nos referimos às diversas maneiras de descrever um mesmo cenário evolutivo, fazendo com que diferentes tipos de entidade assumam o posto de portadoras da aptidão. Por exemplo, em uma análise que considere os genes como a unidade focal da seleção, as outras entidades biológicas passam a constituir parte do ambiente seletivo em que o referido alelo estará inserido, incluindo nessa concepção extensiva de ambiente os genes presentes no mesmo corpo fisiológico habitado pelo alelo em questão (Williams, 1966; Waters, 1991). Nesse tipo de descrição, é o alelo, e apenas o alelo, a unidade selecionada, com o resto do universo físico e biológico constituindo o ambiente em que ocorre o referido processo seletivo, isto é, o “pano de fundo” de sua seleção.

Operando uma “mudança da *Gestalt*”<sup>11</sup> para uma perspectiva representacional em que os organismos multicelulares passem a ocupar o posto de entidade focal dessa *mesma trajetória evolutiva*, os genes que outrora estavam no centro da análise passam a se configurar como *partes* de uma nova entidade focal que estará inserida em uma nova concepção de “ambiente seletivo” na qual ela será a portadora da aptidão. Vale ressaltar, no entanto, que essas diferentes maneiras de descrever o mesmo cenário não divergem sobre os fatos, mas os descrevem a partir de diferentes perspectivas, perspectivas essas que são matematicamente equivalentes (Kerr & Godfrey-Smith, 2002), restando ao investigador apontar as possíveis vantagens - se é que elas existem - de nos centrarmos em cada um desses modos de descrição.

---

<sup>11</sup> Introduzida por Dawkins (1982, p. 1), a metáfora da mudança *Gestalt* simboliza o fato de que a alternância entre um modelo representacional e outro seria análoga à mudança abrupta que ocorre entre as percepções alternativas em ilusões da *Gestalt*, como ocorre no cubo de Necker. Então, assim como no caso das percepções distintas que um único desenho *Gestalt* suscita em nossa cognição, o mesmo cenário evolutivo é capaz de ser interpretado por modelos representacionais distintos, modelos esses que se alternam abruptamente assim como as ilusões em nossa percepção.

De acordo com a perspectiva pluralista, a mesma evolução pode ser descrita a partir de modelos representacionais que possuam entidades distintas no posto de portadora de aptidão, de modo que podemos alternar entre essas diferentes perspectivas para lidar apropriadamente a mesma causalidade evolutiva. Dessa forma, a mesma trajetória evolutiva pode ser descrita de maneira intercambiável a partir de diferentes perspectivas, com os diversos modelos se configurando como formas diferentes de expor a mesma informação evolutiva a fim de enxergarmos melhor a confusão do entrelaçamento causal de alguns episódios da evolução (Waters, 1991, 2005; Godfrey-Smith & Kerr, 2013).

Dessa forma, o pluralismo defende que a divergência existente no debate para os níveis da seleção natural não se refere à busca por uma única representação verdadeira - já que elas são matematicamente equivalentes - mas sim a uma tentativa de articular razões para preferir um tipo de representação sobre a outra no mapeamento da causalidade de uma dada trajetória evolutiva. No tipo de pluralismo que analisamos nesta dissertação, essas razões foram articuladas em termos da “darwinização” das entidades, pois quanto mais darwinista for a evolução de uma individualidade, mais a focalização em suas aptidões irá mapear apropriadamente a causalidade da trajetória evolutiva em questão. Entidades paradigmaticamente darwinistas se correlacionam perfeitamente às causas de diversos eventos evolutivos, de modo que a existência da “darwinização” de suas individualidades justifica uma descrição dessa trajetória evolutiva que se restrinja a um único tipo de modelo representacional, a saber, o tipo que tenha a individualidade paradigmaticamente darwinista em questão como a unidade focal para a aptidão<sup>12</sup>.

Do mesmo modo, quanto menos darwinista for uma forma de individualidade, menos um único modelo representacional será capaz de mapear isomorficamente a causalidade de sua evolução, de forma que o investigador envolvido nessa análise necessitará representar sua trajetória evolutiva em mais de uma maneira para apreender todas as nuances de sua evolução. Em outras palavras, quanto mais uma entidade se afasta dos casos paradigmáticos de darwinização, mais dificuldade nós teremos para representar a sua evolução a partir de um único modelo, isto é, a partir de uma única representação com apenas um tipo de entidade ocupando o posto de alvo da seleção

Percebe-se, assim, que o pluralismo dessa concepção emerge da constatação que a “darwinização” é um atributo que vem em graus, de forma que nem sempre teremos uma

---

<sup>12</sup> Por unidade focal, nos referimos à entidade que será a portadora da aptidão em um dado modelo representacional. Cada modelo terá apenas uma única unidade focal para a aptidão, de modo que um modelo centrado em organismos multicelulares terá estes organismos como as entidades com a aptidão focalizada.



situação evolutiva em que a “darwinização” de uma entidade funcionará como razão suficiente para escolher um único modo de representação para uma trajetória evolutiva com uma causalidade ambígua, já que os cenários com indivíduos parcialmente “darwinizados” irão exigir múltiplas representações para obtermos um entendimento satisfatório de seus desdobramentos causais difusos, especialmente nas transições entre individualidades. Isto é, a percepção de que a “darwinização” das entidades é uma construção histórica e gradual justifica a razão para a existência de cenários em que teremos que apelar para mais de um modelo representacional, com o pluralismo constituindo uma consequência da historicidade e gradualismo do darwinismo.

Desse modo, o pluralismo representacional advogado aqui não se limita em afirmar que os modelos representacionais são matematicamente equivalentes. Afinal, conforme destacamos, a vertente pluralista defendida nesta dissertação está completamente satisfeita em declarar que, em muitos cenários evolutivos, há razões reais para preferir um tipo de representação em relação à outra, a despeito de sua equivalência matemática, como, por exemplo, nos casos em que temos uma entidade paradigmaticamente darwinista justificando a utilização de um único modelo representacional para entender a sua evolução, a saber, o modelo que tenha a entidade paradigmaticamente darwinista como a portadora da aptidão. O pluralismo de nossa posição é uma simples consequência da historicidade e do gradualismo da construção da “darwinização” de múltiplos tipos de entidade, fazendo com que inúmeras trajetórias evolutivas sejam causalmente entrelaçadas e ontologicamente difusas, exigindo, por isso, múltiplos modelos representacionais a fim de entender apropriadamente essa evolução e suas causas, isto é, necessitando da aplicação das “mudanças gestalt” para entender a sua evolução.

Não se trata de negar que existam cenários evolutivos em que podemos oferecer razões para nos restringirmos a uma única maneira de representação. Afinal, as entidades paradigmaticamente darwinistas materializam os epítomes dessas situações em que não há ambiguidade sobre qual modelo representacional é mais adequado.

Muito pelo contrário, o pluralismo advogado nesta dissertação afirma apenas que a natureza histórica e gradual da evolução irá criar inúmeras ocasiões em que não existirá uma única forma apropriada de modelar a situação a fim de assegurar todas as informações relevantes para a sua evolução. Portanto, um monismo interpretativo que acredite em uma única resposta para *cada caso evolutivo* simplesmente não é uma possibilidade coerente para todos os casos diante de uma ontologia gradualmente individualizada, altamente complexa e entrelaçada como a apresentada pelo universo biológico, evidenciando que processos claros

atuando em categorias manifestas simplesmente não constituem a realidade para o estudo de todos os fenômenos evolutivos.

Nesse ponto, é válido diferenciar o pluralismo que defendemos de uma perspectiva que se limita a enxergar múltiplos níveis de seleção, a saber, a perspectiva multinível. Seguindo Waters (2005, p. 313), acreditamos que é perfeitamente possível advogar a perspectiva multinível, mas, ao mesmo tempo, crer que cada caso só pode ser explicado por um único modelo representacional, isto é, ter uma visão que seja simultaneamente monista e multinível, demonstrando que a união desses termos não é um oxímoro. Para ser um pluralista, não basta defender que existem múltiplos níveis para a atuação da seleção natural. É preciso também crer que é possível e, muitas vezes, necessário, interpretar *o mesmo cenário evolutivo* a partir de diferentes modelos representacionais, evidenciando a diferença do pluralismo para um monismo multinível como o advogado por alguns analistas (Sober & Lewontin, 1982; Sober, 1980). Desse modo, diferentemente da perspectiva multinível, um pluralista não se limita à afirmação de que existem múltiplos tipos de entidade sofrendo a atuação da seleção natural, já que ele afirma que o mesmo evento evolutivo pode ser interpretado a partir de diferentes perspectivas, algo que um partidário do monismo multinível discordaria.

Conclui-se, então, que, ao contrário da visão de alguns analistas (Sober & Lewontin, 1982; Sober, 1980), um monismo representacional que acredite *que todos os eventos evolutivos* possam ser modelados por apenas uma forma de representação é, a nosso ver, equivocado, com o pluralismo representacional materializando a melhor escolha para interpretar a realidade legada pela evolução, um cenário em que a darwinização parcial de certas entidades cria a necessidade de aplicar múltiplas maneiras de modelar a mesma situação a fim de entendê-la por diferentes perspectivas. Afinal, só um pluralismo que alterne continuamente entre as diferentes perspectivas é que conseguiria acompanhar uma transição de individualidades em que a “darwinização” do nível superior e a “desdarwinização” do nível inferior é um processo essencialmente gradual.

Vale ressaltar, no entanto, que falar em pluralismo e equivalência de diferentes modelos representacionais nos compele a encarar uma contenda histórica da filosofia da ciência sobre a natureza das representações científicas, a existente entre o realismo e os seus tradicionais oponentes, o instrumentalismo e o convencionalismo. Intuitivamente, o argumento para a equivalência de representações opostas parece estar mais ligado ao campo instrumentalista e convencionalista, já que os seus proponentes não estão interessados na

representação fidedigna da realidade, ao contrário dos realistas. Afinal, como modelos divergentes podem estar de acordo sobre a representação da mesma realidade?

De fato, o pluralismo representacional sobre os níveis de atuação da seleção natural surgiu como uma opção inerentemente para a resolução desse debate convencionalista (Dawkins, 1982; Buss, 1987; Sterelny & Kitcher 1988; Dugatkin & Reeve, 1994). Para essa vertente convencionalista do pluralismo, a discussão sobre qual o modelo mais adequado para a representação das trajetórias evolutivas é um exercício inútil. Afinal, todos os cenários analisados são equivalentes, reduzindo, com isso, a escolha por cada opção a uma mera preferência idiossincrática e subjetiva do investigador. Não há, então, qualquer sentido na busca por razões para preferir uma forma de representação à outra, mas sim escolhas quase que estéticas por parte dos analistas, eliminando o sentido de qualquer debate sobre os níveis da seleção. Em suma, o pluralismo convencionalista assume contornos eliminativistas sobre a necessidade de um debate sobre os níveis de atuação da seleção natural, com a equivalência representacional parecendo resolver definitivamente o debate em prol de um vale tudo para a questão da utilização de representações.

Contudo, conforme observamos, a emergência pela necessidade da forma de pluralismo representacional que advogamos é uma consequência natural da forma como a ontologia histórica e gradualista da evolução se estrutura, evidenciando que o pluralismo aqui defendido é um pluralismo essencialmente realista, diferenciando-se, dessa forma, da versão convencionalista. Ao contrário de alguns defensores do pluralismo convencionalista, a versão pluralista defendida aqui crê que, em muitos casos, há razões reais para preferirmos descrever a causalidade de algumas trajetórias evolutivas a partir de uma única maneira de representar. Mais do que isso, defendemos a visão de que, mesmo nos casos em que teremos que aplicar mais de um modelo para entender a mesma trajetória evolutiva, a motivação para essa ação será uma característica real do universo biológico, a saber, uma ontologia gradualmente construída ao longo da história, evidenciando que a própria motivação para o pluralismo não é uma mera convenção arbitrária, mas sim uma consequência natural da forma como a ontologia evolutiva se estrutura. Assim, o debate sobre os níveis de atuação da seleção natural não constitui uma teorização vazia, mas sim uma busca pela aplicação do modelo causalmente mais adequado de acordo com a “darwinização” das entidades e sua evolução.

Considerando que a evolução origina indivíduos formados gradualmente por processos históricos, iremos nos deparar corriqueiramente com a incerteza de casos limítrofes que impõem sérias dificuldades aos que buscam uma resposta única e cristalina para todos os casos concebíveis sobre o nível de atuação da seleção natural. Não há um ponto objetivo que

possamos afirmar categoricamente que temos um indivíduo plenamente formado, cuja trajetória evolutiva independa amplamente de todas as outras a ponto de configurá-lo como o indubitável objeto da seleção natural, mas sim processos entrelaçados e paulatinamente mais darwinistas que precisam ser reconhecidos em seus múltiplos ângulos por conta de sua relevância causal dentro daquela trajetória evolutiva, sobretudo nos casos limítrofes de transições de individualidade.

Assim, uma análise evolutiva não se pergunta qual é “o” alvo da seleção em todos os casos concretos, mas quais são as diferentes formas de representaras *mesmas causas* congregadas por aquele cenário seletivo em específico a fim de capturar todos os detalhes relevantes para sua evolução, mesmo diante de uma ontologia difusa. Portanto, não se trata de afirmar que todos os cenários evolutivos exigirão mais de uma representação, mas sim que certos casos ambíguos poderão exigir a sua interpretação por mais de uma perspectiva a fim de alcançarmos uma representação fidedigna de uma ontologia gradualmente construída através da história.

Desse modo, ao contrário do que pregam certas análises (Sober & Lewontin, 1982; Sober, 1990; Lloyd, 2005), alternar entre modelos representacionais que possuam individualidades distintas como a portadora da aptidão *não significa apelar para outro tipo de causalidade*, mas sim para uma maneira diferente de analisar *as mesmas causas daquela evolução*, ou seja, de transmitir a mesma informação evolutiva a partir de outra perspectiva representacional em busca de todos os detalhes que uma ontologia difusa possa apresentar (Waters 1991, 2005; Godfrey-Smith & Kerr, 2013). Ao apelarmos para diferentes tipos de entidades para ocupar o posto de portador da aptidão em análises do mesmo cenário evolutivo, estamos analisando aquela trajetória darwinista a partir de diferentes óticas, isto é, diferentes maneiras de representar a mesma causalidade evolutiva, de modo que possamos enxergar certas nuances que estão obscurecidas sob outras formas de representação, tornando as peculiaridades dos casos com individualidades difusas mais visíveis para a investigação.

Por conseguinte, os modelos utilizados *não estarão discordando sobre a representação dos fatos*; eles apenas estarão representando as causas dessa evolução sob diferentes perspectivas, elucidando, assim, algumas questões que talvez não estivessem tão claras diante das outras óticas. Afinal, diante da ontologia difusa legada para a evolução, não há uma perspectiva que seja a exclusiva detentora da verdade em todos os casos, mas sim um processo que requer diferentes pontos de vista interpretativos para apreender todos os seus detalhes, já que certas questões importantes apenas assumem relevância diante de determinada ótica interpretativa.

## CONCLUSÃO

Como vimos no desenvolvimento do primeiro e do segundo capítulo, a “darwinização” de um processo evolutivo e da “reprodutividade” dos indivíduos que dele participam é uma questão essencialmente gradual. Por exemplo, no que se refere a um processo evolutivo, a continuidade (C) (Fig. 1) do relacionamento dos valores de um traço em relação à sua “adaptatividade” irá variar imensamente, com a extremidade dos cenários absolutamente caóticos se relacionando aos eventos evolutivos da deriva genética, enquanto que os casos com grande continuidade irão se referir aos paradigmas de evolução darwinista por seleção natural. No meio de ambos os extremos, um oceano de casos intermediários irá existir dentro de nosso espaço darwinista (Fig. 1), demonstrando o gradualismo dos atributos evolutivos legados por sua construção histórica paulatina. A mesma conclusão se estende para as outras variáveis relevantes dentro do nosso espaço darwinista para a evolução (Fig. 1), a saber, H e S, de modo que uma ferramenta gráfica como um espaço multidimensional se mostra especialmente adequada.

Da mesma maneira, os atributos responsáveis pelo aumento da “reprodutividade” dos reprodutores coletivos (Fig. 2) e a consequente “darwinização” de suas evoluções estarão presentes nas entidades coletivas de maneira gradual. Gargalo (B), especialização reprodutiva (G) e integração (I) são construções evolutivas paulatinas que irão apresentar os mais variados valores nas diferentes entidades coletivas da natureza, fato que traz profundas consequências para a resolução dos debates sobre os níveis de seleção. Basta observarmos as diferenças que mencionamos entre reprodutores coletivos como manadas de búfalos, esponjas e organismos multicelulares como os seres humanos para compreendermos que a individuação darwinista de uma entidade coletiva e a consequente “darwinização” de seu processo evolutivo paralelamente à “desdarwinização” do nível inferior é uma característica que se fará presente nos mais variados graus.

Uma consequência interessante que emerge dessa construção gradual dos atributos relevantes para uma evolução de coletividades é a existência de inúmeros casos em que não observaremos uma única entidade como o objeto da seleção natural no caso concreto. Como a “darwinização” da coletividade e a “desdarwinização” do nível inferior que a compõe é uma questão de grau, o investigador dos fenômenos evolutivos irá corriqueiramente se deparar com a incerteza dos casos intermediários em que não existirá uma única resposta conclusiva para qual o verdadeiro alvo do processo seletivo, o nível inferior ou o da coletividade. Contraste esta situação com o fato de que cada modelo para representar os eventos evolutivos

detém apenas uma única entidade ao posto de portadora da aptidão, que iremos nos deparar com um paradoxo. Afinal, como representar a natureza gradual da construção dos atributos relevantes para a “darwinização” de indivíduos através de modelos absolutos com uma única opção para o posto de entidade selecionada?

A resposta que adotamos para esta indagação foi a adoção de um pluralismo representacional em que a alternância entre diferentes modelos para interpretar o mesmo cenário evolutivo ontologicamente ambíguo resolve o paradoxo de representar a evolução desses casos difusos. Em outras palavras, o pluralismo adotado emerge como uma consequência de uma característica própria do universo evolutivo, a saber, o modo gradual com que os atributos relevantes para a individuação aparecem na natureza, criando a necessidade de interpretar os casos difusos a partir de mais de um modelo para capturar todos os detalhes relevantes para sua evolução. Como a mudança de modelo é um salto abrupto, enquanto a “darwinização” de uma entidade é gradativa, somente uma alternância constante entre ambos os modelos irá permitir uma interpretação satisfatória.

Desse modo, nem todos os cenários evolutivos podem ser interpretados a partir de um único modelo representacional, razão pela qual acreditamos que o monismo em relação à questão dos níveis de seleção não é uma opção adequada, lembrando, porém, que ser um pluralista não é uma simples questão de reconhecer a existência de mais de um nível de seleção na natureza. Em nossa concepção, o que distingue um pluralista de um monista é a convicção de que muitos cenários evolutivos podem e devem ser interpretados de mais de uma maneira, isto é, a partir de mais de um modelo representacional, com diferentes entidades ocupando o posto de portadoras da aptidão para a análise do mesmo cenário evolutivo. Assim, um monista até poderia acreditar na existência de múltiplos níveis da seleção, desde que ele acredite que cada cenário evolutivo individualmente considerado teria uma única representação adequada.

Vale ressaltar que as mesmas variáveis gráficas que amparam a nossa conclusão pluralista para a interpretação dos casos difusos irão apontar razões reais para preferir um único modelo representacional como o mais adequado nos casos em que a individuação dos reprodutores coletivos seja paradigmática, isto é, em que as variáveis B, G e I apresentem valores próximos do máximo em nosso gráfico (Fig. 2). Sendo assim, reprodutores coletivos paradigmaticamente darwinistas materializam os casos em que recomendamos a adoção de um único modelo representacional para interpretar os eventos evolutivos daquela linhagem, já que sua natureza paradigmática faz com que um modelo interpretativo focado em suas individualidades seja a maneira mais adequada de analisar as causas de sua evolução.

Novamente, a opção que defendemos para estes casos emerge de uma característica real do universo biológico, os elevados graus que determinadas entidades coletivas apresentam em B, G e I, sendo, por isso, um pluralismo essencialmente realista.

## REFERÊNCIAS

- ALCOCK, J. *Animal behavior: an evolutionary approach*. 5<sup>th</sup> ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 1993.
- ALLEE, W.C. *Animal aggregations. A study in general sociology*. Chicago, Illinois: Chicago University Press, 1931.
- ALLEE, W.C. *Principles of animal ecology*. Filadélfia, Pensilvânia: W.B. Saunders Co, 1949.
- ALLEN, C. Teleological notions in biology. In: THE METAPHYSICS RESEARCH LAB (Eds.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/teleology-biology/>. Acesso em: 24 de jul. de 2017.
- ARIEW, A. & LEWONTIN, R.C. The confusions of fitness. *The British Journal for the Philosophy of Science*, v. 55, n. 2, p. 347–363, 2004.
- AXELROD, R. & HAMILTON, W.D. The evolution of cooperation. *Science*, v. 211, n. 4489, p. 1390–1396, 1981.
- BORRELLO, M.E. *Evolutionary restraints: the contentious history of group selection*. Chicago, Illinois: University of Chicago Press, 2010.
- BOUCHARD, F. & ROSENBERG, A. Fitness, probability and the principles of natural selection. *The British Journal for the Philosophy of Science*, v. 55, n. 4, p. 693–712, 2004.
- BOWLER, P. *The eclipse of Darwinism: Anti-Darwinian evolution theories in the decades around 1900*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press, 1992.
- BOWLER, P. *Evolution, the history of an idea*. Berkeley, Califórnia: University of California Press, 2009.
- BRANDON, R. Natural selection. In: THE METAPHYSICS RESEARCH LAB (Eds.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/natural-selection/>. Acesso em: 6 de fev. de 2017.
- BROWNE, J. *Charles Darwin: vol. 2, The power of place*. Londres: Jonathan Cape, 2002.
- BUSS, L.W. *The evolution of individuality*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 1998.
- CHAMBERS, R. [publicado anonimamente]. *Vestiges of the natural history of Creation*. Londres: John Churchill, 1844.
- CHEDIAK, K. *Filosofia da biologia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.
- CLEMENTS, J.F. *The Clements checklist of birds of the world*. 6<sup>th</sup> ed. Ithaca, Nova York: Cornell University Press, 2007.



COPE, E.D. *The origin of the fittest. Essays on evolution*. Nova York, Nova York: D. Appleton and Company, 1887.

CRONIN, H. *The ant and the peacock: altruism and sexual selection from Darwin to today*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

DARWIN, C. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. Londres: John Murray, 1859.

DARWIN, C. *The descent of man, and selection in relation to sex*. Londres: John Murray, 1871.

DAWKINS, R. *The selfish gene*. Oxford: Oxford University Press, 1976.

DAWKINS, R. *The extended phenotype*. Oxford: Oxford University Press, 1982.

DAWKINS, R. *The blind watchmaker*. Nova York, Nova York: W.W. Norton & Company, 1986.

DOBZHANSKY, T. *Genetics and the origin of species*. Nova York, Nova York: Columbia University Press, 1937.

DOBZHANSKY, T. *Genetics and the origin of species*. 3<sup>rd</sup> ed. Nova York, Nova York: Columbia University Press, 1951.

DUGATKIN, L.A. & REEVE, H.K. Behavioral ecology and levels of selection: dissolving the group selection controversy. *Advances in the Study of Behavior*, v. 23, p. 101–133, 1994.

EDELMAN, G.M. *Neural Darwinism: Theory of neuronal group selection*. Oxford: Oxford Paperbacks, 1990.

FISHER, R. *The genetical theory of natural selection*. Oxford: Clarendon Press, 1930.

FRANCIS, R.C. *Why men won't ask for directions: The seductions of sociobiology*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 2005.

FUTUYMA, D.J. *Evolutionary biology*. 3<sup>rd</sup> edition. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 1998.

GARCIA, H. *Caldas Aulete: Dicionário contemporâneo da língua portuguesa*. 5<sup>a</sup> edição, 2<sup>a</sup> edição brasileira. Rio de Janeiro: Delta, 1964.

GODFREY-SMITH, P. Conditions for evolution by natural selection. *The Journal of Philosophy*, v. 104, n. 10, p. 489–516, 2007.

GODFREY-SMITH, P. *Darwinian populations and natural selection*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

GODFREY-SMITH, P. Darwinian populations and transitions in individuality. In: ALCOTT, B. & STERELNY, K. (eds.) *The major transitions in evolution revisited*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2011.

GODFREY-SMITH, P. Darwinian individuals. In: BOUCHARD, F. & HUNEMAN, P. (eds.) *From groups to individuals: evolution and emerging individuality*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2013.

GODFREY-SMITH, P. *Philosophy of biology*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 2014.

GODFREY-SMITH, P. Reproduction, symbiosis, and the eukaryotic cell. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 112, n. 33, p. 10120–10125, 2015.

GODFREY-SMITH, P. & KERR, B. Gestalt-switching and the evolutionary transitions. *British Journal for the Philosophy of Science*, v. 64, p. 205–222, 2013.

GOULD, S.J. *The structure of evolutionary theory*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2002.

GRANT, M.C. The trembling giant. *Discover Magazine*, v. 10, p. 82–89, 1993.

GRANT, P.R. *Ecology and evolution Darwin's finches*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 1999.

GRANT, P.R. & GRANT, B.R. *How and why species multiply. The radiation of Darwin's Finches*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 2008.

HALDANE, J.B.S. Population genetics. *New Biology*, v. 18, p. 34–51, 1955.

HAMILTON, W. The genetical evolution of social behaviour. I. *Journal of Theoretical Biology*, v. 7, n. 1, p. 1–16, 1964a.

HAMILTON, W. The genetical evolution of social behaviour. II. *Journal of Theoretical Biology*, v. 7, n. 1, p. 17–52, 1964b.

HOBBS, T. *Leviathan or the matter, forme and power of a common wealth ecclesiasticall and civil*. Londres: Andrew Crooke, 1651.

HÖLDOBLER, B. & WILSON, E.O. *The superorganism: the beauty, elegance, and strangeness of insect societies*. Nova York, Nova York: W.W. Norton & Company, 2009.

HULL, D. *Philosophy of biological science*. Englewood Cliffs, Nova Jersey: Prentice-Hall, 1974.

HULL, D. Individuality and selection. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 11, p. 311–332, 1980.

HULL, D. *Science as a process: An evolutionary account of the social and conceptual development of science*. Chicago, Illinois: University of Chicago Press, 1988.

HUXLEY, T.H. *Evolution & ethics and other essays*. Londres: MacMillan and Co., 1895.

JABLONKA, E. & LAMB, M. J. *Evolution in four dimensions. Genetic, epigenetic, behavioral and symbolic variation in the history of life*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2005.

JABLONSKI, D. Larval ecology and macroevolution in marine invertebrates. *Bulletin of Marine Science*, v. 39, n. 2, p. 565–587, 1986.

JABLONSKI, D. Heritability at the species level: analysis of geographic ranges of cretaceous mollusks. *Science*, v. 238, n. 4825, p. 360–363, 1987.

KERR, B. & GODFREY-SMITH, P. Individualist and multi-level perspectives on selection in structured populations. *Biology and Philosophy*, v. 17, p. 477–517, 2002.

KROPOTKIN, P. *Ajuda mútua: um fator de evolução*. Porto Alegre: Editora Deriva, 1902 [versão consultada de 2009].

LACK, D. The significance of clutch-size. *Ibis*, v. 89, n. 2, p. 302–352, 1947.

LACK, D. The significance of clutch-size. *Ibis*, v. 90, n. 1, p. 25–45, 1948.

LACK, D. *The natural regulation of animal numbers*. Oxford: Oxford University Press, 1954.

LACK, D. *Population studies of birds*. Oxford: Oxford University Press, 1966.

LAMARCK, J.B.P.A. *Philosophie zoologique, ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des Animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés qu'ils en obtiennent; aux causes physiques qui maintiennent qu'ils exécutent; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués. Tome Premier*. Paris: Muséum d'Histoire Naturelle, 1809.

Lewontin, R.C. The organism as subject and object of evolution. *Scientia*, v. 188, p. 65–82, 1983.

LEWONTIN, R.C. Adaptation. In: LEVINS, R. & LEWONTIN, E. (eds.) *The dialectical biologist*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1985a.

LEWONTIN, R.C. Evolution as theory and ideology. In: LEVINS, R. & LEWONTIN, E. (eds.) *The dialectical biologist*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1985b..

LLOYD, E. Units and levels of selection: an anatomy of the units of selection debates. In: SINGH, R.; KRIMBAS, C.; PAUL, D. & BEATTY, J. (eds.) *Thinking about evolution: historical, philosophical and political perspectives*. Nova York, Nova York: Cambridge University Press, 2001.

LLOYD, E. Why the gene will not return. *Philosophy of Science*, v. 72, n. 2, p. 287–310, 2005.

LLOYD, E. 2017. Units and levels of selection. Em: ZALTA, E.N. (ed.) The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/selection-units/>. Acesso em: 08 de jan. de 2018.

LORENZ, K. *On aggression*. Londres: Methuen Publishing, 1963 [versão consultada de 1966].

LOVELOCK, J. *Gaia: a new look at life on earth*. Oxford: Oxford University Press, 1979.

MALTHUS, T.R. *An essay on the principle of population. Sixth edition*. Londres: J. Johnson, 1826.

MATTHEW, M. & ARIEW, A. Two ways of thinking about fitness and natural selection. *The Journal of Philosophy*, v. 99, n. 2, p. 55–83, 2002.

MARGULIS, L. *Origin of eukaryotic cells*. New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1970.

MARGULIS, L. *Symbiotic planet: a new look at evolution*. Nova York, Nova York: Basic Books, 1998.

MAYNARD SMITH, J. Group selection and kin selection. *Nature*, v. 201, p. 1145–1147, 1964.

MAYNARD SMITH, J. *On Evolution*. Edimburgo: Edinburgh University Press, 1972.

MAYNARD SMITH, J. The theory of games and the evolution of animal conflicts. *Journal of Theoretical Biology*, v. 47, n. 1, p. 209–221, 1974.

MAYNARD SMITH, J. & PRICE, G.R. The logic of animal conflict. *Nature*, v. 246, p. 15–18, 1973.

MAYNARD SMITH, J. & SZATHMÁRY, E. *The major transitions in evolution*. Nova York, Nova York: Oxford University Press, 1997.

MAYNARD SMITH & SZATHMÁRY, E. *The origins of life: from the birth of life to the origin of language*. Oxford: Oxford University Press, 1999.

MAYR, E. *Systematics and the origin of species from a viewpoint of a zoologist*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1942.

MAYR, E. Change of genetic environment and evolution. In: HUXLEY, J.; HARDY, A.C. & FORD, E.B. (eds.) *Evolution as a process*. Londres: Unwin Brothers, 1954.

MAYR, E. Darwin and the evolutionary theory in biology. In: MEGGARS, B.J. (ed.) *Evolution and anthropology: A centennial appraisal*. Washington, D.C.: Anthropological Society of Washington, 1959.

- MAYR, E. *Animal species and evolution*. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 1963.
- MAYR, E. *Populations, species, and evolution. An abridgment of Animal Species and Evolution*. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 1970.
- MAYR, E. *The growth of biological thought. Diversity, evolution, and inheritance*. Cambridge, Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- MAYR, E. *Toward a new philosophy of biology. Observations of an evolutionist*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1988.
- MAYR, E. The Biological Species Concept. In: WHEELER Q.D. & MEIER R. (eds.) *Species concepts and phylogenetic theory. A debate*. Dehra Dun: Bishen Singh Mahendra Pal Singh, 2000 [edição consultada de 2003].
- MICHENER, C.D. *The social behavior of the bees*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1974.
- MICHOD, R.E. *Darwinian dynamics: Evolutionary transitions in fitness and individuality*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 1999.
- MIDGLEY, M. Gene-juggling. *Philosophy*, v. 54, n. 210, f. 439–458, 1979.
- MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS, A.B. & WILSON, D.E. *Handbook of the mammals of the world. Volume 3: Primates*. Barcelona: Lynx Edicions, 2013.
- MITTON, J.B. & GRANT, M.C. Genetic variation and the natural history of quaking aspen. *BioScience*, v. 46, n. 1, p. 25–31, 1996.
- NESSE, R.M. & WILLIAMS, G.C. *Why we get sick: the new science of Darwinian medicine*. Nova York, Nova York: Times Books, 1994.
- NOWAK, M.A.; TARNITA, C.E. & WILSON, E.O. The evolution of eusociality. *Nature*, v. 466, f. 1057–1062, 2010.
- OKASHA, S. *Evolution and the levels of selection*. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- OSTROM, E. *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- PINKER, S. *The blank slate: the modern denial of human nature*. Nova York, Nova York: Viking Press, 2002.
- POLLAN, M. *The botany of desire: a plant's-eye view of the world*. Nova York, Nova York: Random House, 2002.
- POPPER, K. Darwinism as a metaphysical research programme. In: SCHILPP, P.A. (Ed.) *The Philosophy of Karl Popper*. La Salle, Illinois: Open Court, 1974.

PRUSINER, S.B. Novel proteinaceous infectious particles cause scrapie. *Science*, v. 216, n. 4542, p. 136–144, 1982.

QUELLER, D.C. & STRASSMANN, J.E. Beyond society: the evolution of organismality. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, v. 364, n. 1533, f. 3143–3155, 2009.

RICHERSON, P.J. & Boyd, R. *Not by genes alone: how culture transformed human evolution*. Chicago, Illinois: The University of Chicago Press, 2006.

RIDLEY, M. *Evolution*. 3<sup>rd</sup> Edition. Oxford: Blackwell's, 2004.

RUSE, M. Charles Darwin and group selection. *Annals of Science*, v. 37, n. 6, p. 615–630, 1980.

SANTILLE, E. Níveis e unidades de seleção: Pluralismo e seus desafios filosóficos. In: ABRANTES, P. (ed.) *Filosofia da biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

SHANAHAN, T. *The evolution of Darwinism: selection, adaptation and progress in evolutionary biology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

SMOCOVITIS, V.B. *Unifying biology: the Evolutionary Synthesis and evolutionary biology*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 1996.

SOBER, E. Evolution, population thinking, and essentialism. In: SOBER, E. (ed.) *Conceptual issues in evolutionary biology*. Third edition. Cambridge, Massachusetts, e Londres: Bradford Books, The MIT Press, 2006.

SOBER, E. *The nature of selection: Evolutionary theory in philosophical focus*. Chicago: University of Chicago Press, 1984.

SOBER, E. The poverty of pluralism: a reply to Sterelny and Kitcher. *The Journal of Philosophy*, v. 87, n. 3, f. 151–158, 1990.

SOBER, E. & LEWONTIN, R.C. Artifact, cause and genic selection. *Philosophy of Science*, v. 49, n. 2, f. 157–180, 1982.

SOBER, E. & WILSON, D.S. A critical review of philosophical work on the units of selection problem. *Philosophy of Science*, v. 61, n. 4, f. 534–555, 1994.

SOBER, E. & WILSON, D.S. *Unto others: the evolution and psychology of unselfish behavior*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1998.

SPENCER, H. Progress: Its law and cause. *Westminster Review*, v. 67, f. 445–447, 451, 454–456, 464–465, 1857.

SPENCER, H. *The principles of biology*. Vol. I. Londres e Edimburgo: Williams and Norgate, 1864.

STANLEY, S.M. A theory of evolution above the species level. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 72, n. 2, f. 646–650, 1975.

STERELNY, K. & KITCHER, P. The return of the gene. *The Journal of Philosophy*, v. 85, n. 7, f. 339–361, 1988.

TENNYSON, A. *In memoriam*. Londres: Edward Moxon, 1850.

THORNHILL, R. & PALMER, C.T. *A natural history of rape: biological bases of sexual coercion*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2000.

TRIVERS, R.L. The evolution of reciprocal altruism. *The Quarterly Review of Biology*, v. 46 n. 1, p. 35–57, 1971.

TRIVERS, R.L. Parental investment and sexual selection. In: CAMPBELL, B. (ed.) *Sexual selection and the descent of man, 1871–1971*. Chicago, Illinois: Aldine, 1972.

TRIVERS, R.L. Parent-offspring conflict. *American Zoologist*, v. 14, n. 1, p. 249–264, 1974.

UYENOYAMA, M.K. Evolution of altruism under group selection in large and small populations in fluctuating environments. *Theoretical Population Biology*, v. 15, n. 1, p. 58–85, 1979.

VRBA, E.S. What is species selection? *Systematic Zoology*, v. 33, n. 3, f. 318–328, 1984.

WADE, M.J. Group selection among laboratory populations of *Tribolium*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 73, n. 12, f. 4604–4607, 1976.

WADE, M.J. An experimental study of group selection. *Evolution*, v. 31, n. 1, f. 134–153, 1977.

WADE, M.J. A critical review of the models of group selection. *The Quarterly Review of Biology*, v. 53, n. 2, p. 101–114, 1978.

WADE, M.J. & GRIESEMER, J.R. Populational heritability: empirical studies of evolution in metapopulations. *The American Naturalist*, v. 151, n. 2, f. 135–147, 1998.

WALLACE, A.R. *Darwinism: an exposition of the theory of natural selection with some of its applications*. Londres & Nova York, Nova York: MacMillan and Co, 1889.

WATERS, C.K. Tempered realism about the force of selection. *Philosophy of Science*, v. 58, n. 4, f. 553–573, 1991.

WATERS, C.K. Why genic and multilevel selection theories are here to stay. *Philosophy of Science*, v. 72, n. 2, f. 311–333, 2005.

WILLIAMS, G.C. Pleiotropy, natural selection, and the evolution of senescence. *Evolution*, v. 11, n. 4, f. 398–411, 1957.

WILLIAMS, G.C. *Adaptation and natural selection: a critique of some current evolutionary thought*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 1966.

WILLIAMS, G.C. *Natural selection: domains, levels, and challenges*. Nova York, Nova York: Oxford University Press, 1992.

WILLIAMS, G.C. *Adaptation and natural selection. Reprint edition*. Princeton, Nova Jersey: Princeton University Press, 1996.

WILSON, D.S. A theory of group selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 72, n. 1, f. 143–146, 1975.

WILSON, D.S. The group selection controversy: history and current status. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 14, f. 159–187, 1983.

WILSON, E.O. *Sociobiology: the new synthesis*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1975.

WILSON, E.O. *The social conquest of Earth*. Nova York, Nova York: Liveright Publishing Corporation, 2012.

WILSON, E.O. *The meaning of human existence*. Nova York, Nova York: Liveright, 2014.

WILSON, R. Levels of selection. In: MATTHEW, M. & STEVENS, C. (eds.) *Handbook of the Philosophy of Science, Volume 3, Philosophy of Biology*. Amsterdã: Elsevier, 2007.

WHEELER, W.M. The ant-colony as an organism. *Journal of Morphology*, v. 22, n. 2, f. 307–325, 1911.

WYNNE-EDWARDS, V. C. (1962) *Animal dispersion in relation to social behavior*. Edimburgo: Oliver & Boyd.

YU, N.; KRUSKALL, M.S.; YUNIS, J.J.; KNOLL, J.H.M.; UHL, L.; ALOSCO, S.; OHASHI, M.; CLAVIJO, O.; HUSAIN, Z.; YUNIS, E.J.; YUNIS, J.J. & YUNIS, E.J. Disputed maternity leading to identification of tetragametic chimerism. *New England Journal of Medicine*, v. 346, p. 1545–1552, 2002.

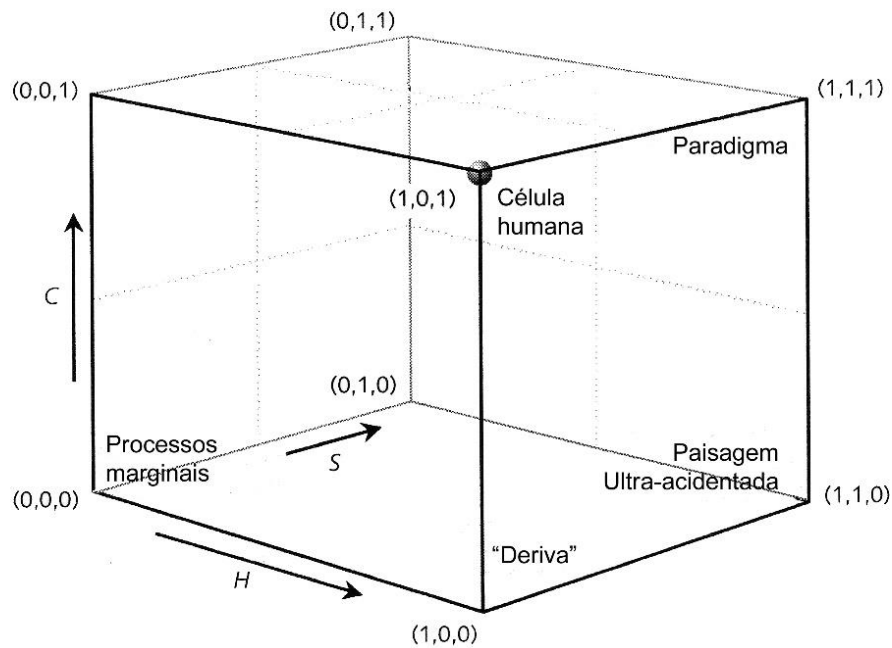
ZHANG, Z.-Q. Phylum Arthropoda. In: ZHANG, Z.-Q. (ed.) *Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (Addenda 2013)*. *Zootaxa*, v. 3703, f. 17–26, 2013.

ZIMMERMAN, M.J. Intrinsic vs. extrinsic value. Em: THE METAPHYSICS RESEARCH LAB (Eds.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/value-intrinsic-extrinsic/>. Acesso em: 04 de fev. de 2018).



## ANEXO 1 – Reprodução das Figuras Presentes no Texto

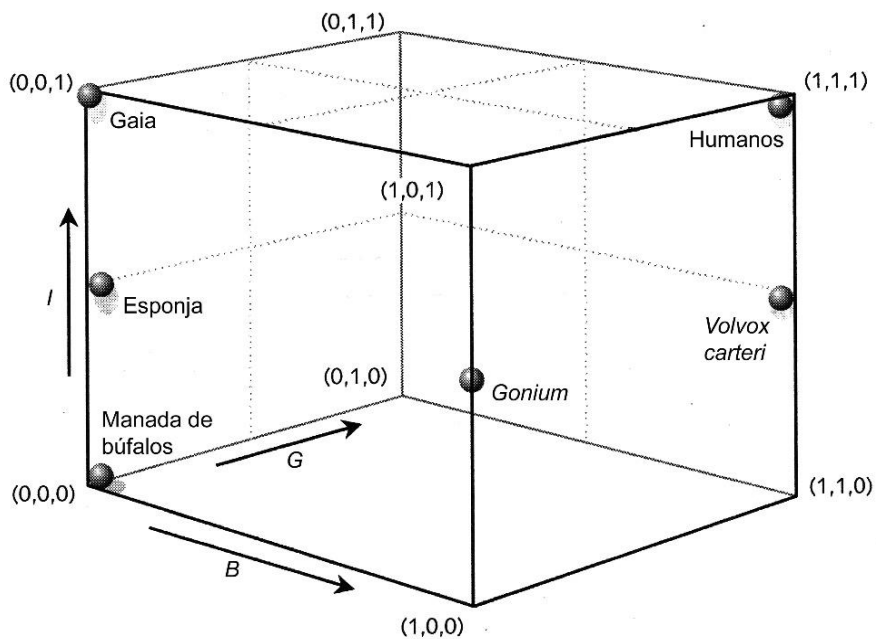
**Figura 1 - Espaço darwinista para a evolução:**



Legenda: Significado das variáveis: H= fidelidade da herança; C= continuidade da aptidão;  
S= dependência das diferenças reprodutivas em relação às propriedades intrínsecas.

Fonte: Adaptado de Godfrey-Smith (2009, p. 64, fig. 3.1).

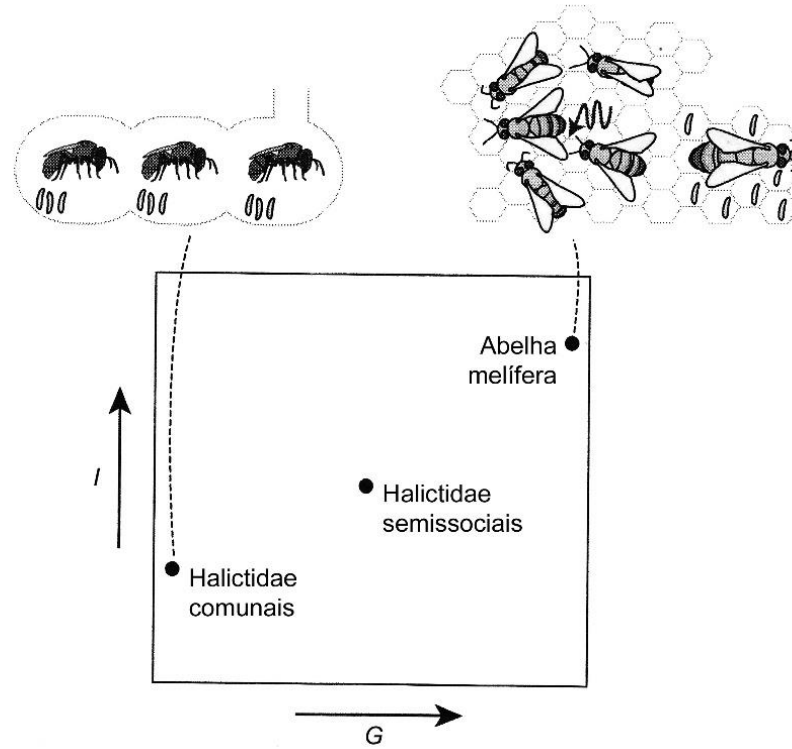
**Figura 2 - Espaço da “darwinização” dos reprodutores coletivos.**



Legenda: Significado das variáveis: B = gargalo; G = especialização reprodutiva (distinção germe/soma);  
I = Integração.

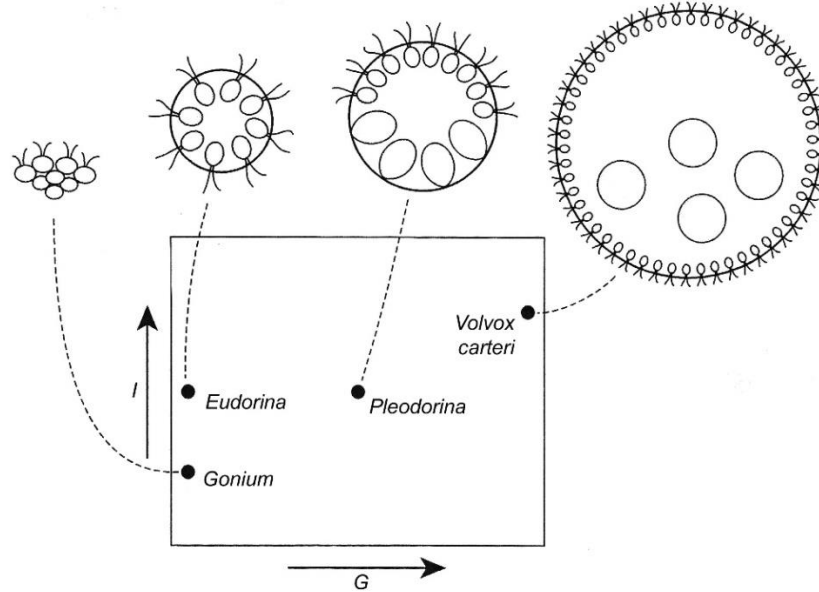
Fonte: Adaptado de Godfrey-Smith (2009, p. 95, fig. 5.1), modificado com a inclusão de Gaia.

**Figura 3 - Variação no grau de socialidade entre as abelhas (Insecta: Hymenoptera: Apoidea).**



Legenda: Significado das variáveis: G = especialização reprodutiva (distinção germe/soma); I = Integração.  
 Fonte: Adaptado de Godfrey-Smith (2009, p. 98, fig. 5.3).

**Figura 4 - Diferentes graus de socialidade entre Volvocaceae (Plantae: Chlorophyta: Volvocales).**



Legenda: Significado das variáveis: G= especialização reprodutiva (distinção germe/soma); I= Integração.  
 Fonte: Adaptado de Godfrey-Smith (2009, p. 97, fig. 5.2).