



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

Karine Rossi Pereira

**A delimitação da categoria espécie perante os processos de transferência
genética horizontal: uma defesa do pluralismo hierárquico**

Florianópolis
2023

Karine Rossi Pereira

A delimitação da categoria espécie perante os processos de transferência genética horizontal: uma defesa do pluralismo hierárquico

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Doutora em Filosofia
Orientador: Prof. Gustavo Andrés Caponi, Dr.

Florianópolis
2023

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

Rossi, Karine

A delimitação da categoria espécie perante os processos de transferência genética horizontal: uma defesa do pluralismo hierárquico / Karine Rossi ; orientador, Gustavo Caponi, 2023.

130 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Filosofia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Filosofia. 2. Filosofia da Biologia. 3. Definição da Categoria de Espécie. 4. Transferência Genética Horizontal. 5. Pluralismo Hierárquico. I. Caponi, Gustavo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Filosofia. III. Título.

Karine Rossi Pereira

A delimitação da categoria espécie perante os processos de transferência genética horizontal: uma defesa do pluralismo hierárquico

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Nicolás José Lavagnino, Dr.
Instituição Universidad de Buenos Aires

Prof. Savio Torres De Farias, Dr.
Instituição Universidade Federal da Paraíba

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

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de doutor em Filosofia pelo PPGfil/UFSC

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Gustavo Andrés Caponi, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2023

*Dedico esta tese a meus pais, Vera e Gilmar, e aos meus irmãos,
Rafaela e Gilmar Junior.*

AGRADECIMENTOS

Esses anos de doutorado foram intensamente vividos, tanto no âmbito acadêmico quanto no âmbito pessoal. Desenvolver uma pesquisa de qualidade diante da crise sanitária e social que assolou o Brasil, nos últimos quatro anos, tendo sua maximização diante da pandemia de Covid-19, tornou-se um desafio. As políticas de desmonte de um governo genocida criminoso que sucateou a educação, a saúde, e o bem estar social, unido ao isolamento imposto pela pandemia, fez com que muitos de nós, pós-graduandos, adoecêssemos ou desistíssemos. Por outro lado, devido àqueles que sempre acreditaram na educação, no progresso, em um futuro melhor, fora possível encontrar apoio e resistir. Por isso, apesar de todo o sofrimento que possa ter nos assolado durante esse período, tenho muito a agradecer aos que juntos resistiram e tornaram não só possível o término desse doutorado, mas o de muitos outros estudantes. Abaixo, agradeço aos que estiveram ao meu lado.

Meus pais, Vera Lúcia e Gilmar, meus irmãos, Rafaela e Gilmar Júnior. Vocês são a estrutura mais forte e mais linda com a qual eu posso contar, sempre. Agradeço por todo amor, força, apoio, carinho e compreensão. Tenho orgulho das raízes as quais pertenço e dos valores que me foram transmitidos por vocês. Obrigada por tudo.

Aos amigos que fiz durante a minha passagem pela UFSC: Raquel C. Xavier, Fábio Belli, Mayara Yuka, Thor Veras, Ítalo Lins, Renato Cani, Rodrigo Trindade, João Stakonski, Ruan Batista, Kaue Plebani, Paola Villa, Tamie Karan e Alanna Cararo. Aos amigos que reencontrei na UFSC mas que são de longa data: Robson Carvalho, Felix Pinheiro, Kariane Marques. Todos vocês fizeram parte de algum momento especial que vivi nesses anos de pesquisa.

Agradeço aos meus afilhados, meus colegas dos tempos de UFSM, meus amigos e parceiros pra vida. Kátia Medeiros e Bismarck Medeiros, vocês são um dos presentes mais lindos que Santa Maria/RS pode me dar e eu sou muito grata e feliz por isso. Obrigada por tudo.

Agradeço a Maíra Bennpach, por toda amizade, incentivo, apoio e coragem que sempre inspirou em mim. Todos esses anos só fizeram nossa amizade e admiração mútua crescer. Obrigada por tudo.

O primeiro agradecimento em especial vai para Thalyta Gonçalves. Nos conhecemos durante a pandemia e nossa amizade e apoio mútuo se consolidou em

meio ao momento mais crítico de isolamento social. Agradeço por tua amizade, companheirismo, paciência, carinho. Te levo sempre comigo.

Meu segundo agradecimento especial é para Hiago Mendes. Hiago se tornou meu colega, meu amigo, meu conselheiro, meu irmão. Só tenho a agradecer pela intensidade dos momentos vividos, por todo apoio, carinho, companheirismo, paciência, e tudo o mais, muito obrigada.

Agradeço imensamente ao Departamento de Filosofia da UFSC que tão calorosamente me recebeste, em especial aos professores Ivan Cunha, Jerzy Brzozowisky, Janyne Sattler e Roberto Wu.

Agradeço também ao meu orientador, Gustavo Caponi, por todo apoio, amizade, paciência e orientação que foram concedidos a mim, de sua parte, durante esse tempo em que desenvolvi a pesquisa de doutorado, muito obrigada.

Minha pesquisa de doutorado fora financiada pela CAPES. Agradeço esse investimento aos governos anteriores dos presidentes Luiz Inácio Lula da Silva e Dilma Rousseff, que acreditando em um Brasil onde todos podem ter educação, trabalharam incansavelmente para proporcionar esse fomento, que embora abalado, não foi totalmente destruído nos quatro últimos anos. Estou convicta que, com muito trabalho, nesse novo governo de Luiz Inácio Lula da Silva, muitos outros estudantes poderão ter a oportunidade de estudar e cursar um doutorado, como tive.

É o pau, é a pedra, é o fim do caminho
É um resto de toco, é um pouco sozinho
É um caco de vidro, é a vida, é o sol
É a noite, é a morte, é um laço, é o anzol
É peroba no campo, é o nó da madeira
Caingá candeia, é o matita-pereira

(...)

É um passo, é uma ponte, é um sapo, é uma rã
É um resto de mato na luz da manhã
São as águas de março fechando o verão
É a promessa de vida no teu coração
(Águas de Março - Tom Jobim)

RESUMO

Esta tese aborda a discussão sobre a definição do conceito da categoria de espécie. Conceitos *Monistas* e *Pluralistas* são propostos. Os primeiros, descrevem os grupos de organismos que subjazem a categoria de espécie a partir de um único conceito. Os últimos afirmam que esses grupos de organismos são diferentes e devem ser descritos por conceitos diferentes. Do lado dos conceitos monistas, neste texto, discute-se o *Conceito Biológico de Espécie*, o *Conceito Evolutivo de Espécie* e o *Conceito Ecológico de Espécie*. No que cabe aos conceitos pluralistas, trata-se as abordagens *Pluralista Hierárquica* e *Pluralista Eliminativista*. Dentre essas propostas, o *Pluralismo Hierárquico*, ao defender uma estrutura hierárquica de conceitos, um ‘*conceito teórico*’, o *Conceito Evolutivo de Espécie*, como a definição para a categoria de espécie, abrangendo todos os grupos de organismos, e ‘*conceitos operacionais*’ delimitando esses grupos de organismos, subjugados ao conceito teórico nesta hierarquia, é considerado o mais adequando. Porém é posto em dúvida, bem como a existência de uma categoria de espécie, devido a troca de informação genética entre linhagens populacionais de espécies diferentes, principalmente de organismos *procariontes* e *vírus*, a *Transferência Genética Horizontal*. O resultado é a ramificação das linhagens evolutivas, não mantendo assim onexo vertical e a individualidade dessas. Não há como identificar a qual espécie um organismo ou um grupo de organismos pertence, pois há compartilhamento de informação genética de linhagens populacionais de espécies diferentes. Não há, também, como explicar todos os grupos de organismos que se entendem como espécies sob o *Conceito Evolutivo*, pois esse torna-se impróprio para *procariontes* e *vírus*. A *TGH* impede a definição da categoria por meio da abordagem *Pluralista Hierárquica*, bem como contraria a existência de uma categoria de espécie natural, pois impede uma forma única de explicar todos os grupos de organismos sob a mesma categoria. O objetivo desta tese é afirmar o contrário desse panorama que se apresenta. A categoria de espécie é natural, a qual todos os grupos de organismos são explicados da mesma forma pelo *Conceito Evolutivo de Espécie*, podendo-se defender a abordagem *Pluralista Hierárquica* como a mais adequada para a sua definição. A explicação para a permanência da individualidade das linhagens evolutivas é dada a partir *Relação de Filiação* entre *Progenitor-Progênie*. Isto é, o nexo vertical que mantém as linhagens evoluindo separadamente é possível a partir de determinados conjuntos de genes aos quais herdamos de nossos progenitores, por meio da reprodução destes, e que sem os quais não poderíamos ter existido. A *transferência horizontal genética* deixa de ser uma evidência contra a individualidade das linhagens evolutivas, pois o nexo vertical entre as linhagens não é dado por qualquer gene, mas somente pelos genes que são transmitidos entre *progenitor-progênie* via reprodução. A permanência da individualidade das linhagens possibilita considerar novamente uma explicação única para todos os grupos de organismos de espécie – eucariontes, *procariontes* e *vírus* – por meio do *Conceito Evolutivo de Espécie*. Deste modo atinge-se o objetivo de defender que os organismos que subjazem à categoria de espécie podem ser explicados do mesmo modo, sendo considerada uma categoria natural, e, também, pode-se defender o *Pluralismo Hierárquico* como a melhor abordagem para a definição dessa.

Palavras-chave: conceito da categoria de espécie; pluralismo hierárquico, *transferência genética horizontal*

SUMMARY

This thesis approaches the discussion about the definition of the species category concept. Monist and Pluralist concepts are proposed. The former describes the groups of organisms that underlie the category of species from a single concept. The latter claim that these groups of organisms are different and should be described by different concepts. On the side of monist concepts, this text discusses the Biological Concept of Species, the Evolutionary Concept of Species, and the Ecological Concept of Species. Regarding pluralist concepts, the Hierarchical Pluralist and Eliminative Pluralist approaches are addressed. Among these proposals, Hierarchical Pluralism, by defending a hierarchical structure of concepts, a 'theoretical concept', the Evolutionary Concept of Species, as the definition for the category of species, encompassing all groups of organisms, and 'operational concepts' delimiting those groups of organisms, subjugated to the theoretical concept in this hierarchy, is considered the most adequate. However, it is questioned, as well as the existence of a category of species due to the exchange of genetic information between population lineages of different species, mainly of prokaryotic organisms and viruses, the Horizontal Genetic Transfer. The result is the branching of evolutionary lineages, thus not maintaining their vertical nexus and individuality. There is no way to identify which species an organism or a group of organisms belong to, as there is sharing of genetic information from population lineages of different species. There is no way to explain all the groups of organisms that are understood as species under the Evolutionary Concept, as this becomes inappropriate for prokaryotes and viruses. The TGH prevents the definition of the category through the Hierarchical Pluralist approach, as well as contradicts the existence of a natural species category, as there is no single way to explain all groups of organisms under the same category. The objective of this thesis is to affirm the opposite of the scenario that is presented. The category of species is natural, and all groups of organisms are explained in the same way by the Evolutionary Concept of Species, and the Hierarchical Pluralist approach can be defended as the most adequate for its definition. The explanation for the permanence of the individuality of evolutionary lineages is given from the Filiation Relationship between Progenitor Progeny. That is, the vertical nexus that keeps the lineages evolving separately is possible from certain sets of genes that we inherit from our progenitors, through their reproduction, and without which we could not have existed. The horizontal genetic transfer ceases to be evidence against the individuality of evolutionary lineages, since the vertical link between lineages is not given by any gene, but only by the genes that are transmitted between progenitor progeny via reproduction. The permanence of the individuality of the lineages makes it possible to consider again a single explanation for all groups of species organisms – eukaryotes, prokaryotes, and viruses – through the Evolutionary Concept of Species. In this way, the objective of defending that the organisms that underlie the category of species can be explained in the same way is reached, being considered a natural category, and, also, one can defend the Hierarchical Pluralism as the best approach for definition of this category.

Keywords: species category concept; hierarchical pluralism, horizontal genetic transfer

INTRODUÇÃO	11
1 CONCEITOS INTRODUTÓRIOS	25
1.1 DIFERENÇA ENTRE TÁXON DE ESPÉCIE E CATEGORIA DE ESPÉCIE	25
1.2 QUESTÕES QUE PAUTAM A DISCUSSÃO DE ESPÉCIE	27
1.2.1 <i>Realismo e Antirrealismo a Categoria de Espécie</i>	27
1.2.2 <i>Entidades que compõem a categoria de espécie: Essências ou Indivíduos</i>	29
1.2.3 <i>Conceitos de espécies: Monistas ou Pluralistas</i>	32
2 CONCEITOS MONISTAS DE ESPÉCIES	34
2.1 CONCEITO BIOLÓGICO DE ESPÉCIE	35
2.2 CONCEITO EVOLUTIVO DE ESPÉCIE	42
2.3 CONCEITO ECOLÓGICO DE ESPÉCIE	50
3 CONCEITOS PLURALISTAS DE ESPÉCIES	57
3.1 PLURALISMO HIERÁRQUICO	58
3.2 PLURALISMO ELIMINATIVISTA	63
3.3 DIFERENÇAS ENTRE ORGANISMOS EUCARIONTES E ORGANISMOS PROCARIONTES E VÍRUS: PROBLEMAS À EXISTÊNCIA DA CATEGORIA DE ESPÉCIE	70
3.3.1 <i>A categoria espécie é altamente heterogênea, então ela não pode ser natural</i>	71
3.3.2 <i>Transferência Genética Horizontal: Um problema para a categoria de espécie?</i>	78
4 SOLUÇÃO PARA A TRANSFERÊNCIA GENÉTICA HORIZONTAL	83
4.1 DIFERENÇA ENTRE MECANISMO DE CONSERVAÇÃO DE INFORMAÇÃO GENÉTICA E MECANISMO DE VARIABILIDADE DE INFORMAÇÃO GENÉTICA	83
4.1.1 <i>Herança e o seu papel evolutivo</i>	84
4.1.2 <i>Transferência Genética Horizontal e Herança</i>	88
4.2 RELAÇÃO FILIAL ENTRE PROGENITOR-PROGÊNIE: O NEXO QUE MANTÉM A VERTICALIDADE DAS LINHAGENS	91
4.2.1 <i>Reprodução e Herança</i>	91
4.2.2 <i>O nexo filial entre progenitor-progênie e a solução para a Transferência Genética Horizontal</i>	95
5 UMA DEFESA DA CATEGORIA DE ESPÉCIE E DO PLURALISMO HIERÁRQUICO	100
5.1 A CATEGORIA DE ESPÉCIE É NATURAL	100
5.2 CONCEITOS OPERACIONAIS	105
5.2.1 <i>Isolamento Reprodutivo</i>	106
5.2.2 <i>Isolamento Ecológico</i>	107
5.2.3 <i>Similaridades</i>	108
5.2.3.1 <i>Similaridades Morfológicas</i>	108
5.2.3.2 <i>Similaridades Moleculares (Gene e DNA)</i>	110
5.2.3.3 <i>Filogenia</i>	111
5.3 CONCEITO DE ESPÉCIE DE INFORMAÇÃO CODIFICADA: UM CONCEITO OPERACIONAL PARA PROCARIONTES E VÍRUS	113
5.3.1 <i>Conceito de Espécie de Informação Codificada</i>	114
5.3.2 <i>Somente para unicelulares</i>	115
CONCLUSÃO	117
REFERÊNCIAS	124

INTRODUÇÃO

Darwin em sua obra mais conhecida, *On the origin of species by means of natural selection* (1859), afirma o seguinte sobre a categoria de espécies: “Nenhuma definição tem sido satisfatória a todos naturalistas; embora todo naturalista saiba vagamente o que quer dizer quando fala de espécie.” (DARWIN, 1859, p. 44, tradução minha). Essa incerteza acerca da definição do conceito da categoria de espécie é uma questão que ainda encontra-se vigente, tanto na pesquisa em biologia, como também na investigação desenvolvida pela filosofia da biologia. Uma vez que, mesmo com um aumento significativo de conhecimento sobre o mundo natural e os processos que o permeiam, desde a publicação de *A origem das espécies*, não foi possível atingir um conceito de espécie adequado para todas as áreas da biologia.

A consequência dessa indeterminação em como conceituar espécies biológicas é a elaboração de muitos conceitos de espécies diferentes com o objetivo de satisfazer a necessidade de cada campo específico da pesquisa e prática biológica. Ademais, na grande maioria dos casos, não há interlocução alguma entre os conceitos criados ou mesmo as diferentes áreas para as quais eles foram criados como finalidade. Um dos principais resultados da pluralidade conceitual é a delimitação de organismos ou grupos de organismos de modos diferentes, ocasionando, assim, contagens desiguais.

Em outras palavras, um grupo de organismos pode ser delimitado, por um conceito de espécie X, no qual utiliza-se um critério X' de maneira a circunscrever um certo grupo de organismos e apontá-los como espécie. Enquanto, um outro conceito de espécie Y, quando aplicado ao mesmo grupo de organismos, pode delimitar esse grupo de organismos de modo diferente, por meio do critério Y', antes não admitido pelo critério X', no qual pode ocorrer a exclusão ou adição de organismos, para que assim o conceito Y possa vir a denotá-lo como uma espécie.

A incerteza na contagem de espécies trará reflexos ao campo da pesquisa biológica, uma vez que, ao estudar-se uma determinada espécie, dependendo do conceito que fora utilizado para assim delimitá-la, podem estar inclusos ou excluídos, nos dados da pesquisa, organismos ou grupos de organismos. Repercutirá, também, no trabalho de delimitação e conservação de espécies em perigo de extinção, pois ao delimitar-se espécies utilizando conceitos diferentes, os quais podem variar a

contagem de indivíduos dentro das populações agrupadas em tais espécies, torna-se difícil apresentar dados objetivos em uma pesquisa sobre o assunto. Seria, de mesmo modo, moroso, angariar fundos para um projeto de preservação, pois há um leque de abertura para objeções por parte do Estado, uma vez que aparenta não haver um método objetivo e indubitável ao qual se possa recorrer para determinar se grupos de organismos em um certo local podem ser considerados espécies em extinção ou não.

A fim de discutir-se a categoria de espécie, neste texto, considero antes necessário apresentar, mesmo que brevemente, em um capítulo inicial, a diferença entre *táxon* e *categoria de espécie*, bem como as três questões que são abordadas ao discutir-se *Espécies*: I. A realidade das espécies II. O status ontológico das espécies III. Conceito (s) mais adequado (s) para capturar a categoria de espécie. Essas noções introdutórias e ferramentais são necessárias para um maior entendimento acerca da discussão que aqui será tratada.

A diferença entre *táxon* e *categoria de espécie* pode ser esclarecida com auxílio de Ernst Mayr. Conforme Mayr (1963, p. 18), *táxon* é “um grupo de organismos, de qualquer nível, que é suficientemente distinto de outros grupos, merecendo ser atribuído a uma categoria”. Por sua vez, categoria diz respeito “à uma classe na classificação hierárquica, termos como “espécie”, “gênero”, “família” e “ordem” designam categorias. Isto é, uma categoria é um termo abstrato, um nome de classe, enquanto os organismos alocados nessas categorias são objetos zoológicos concretos. ”

A partir das definições de Mayr, supracitadas, *táxon* de espécie pode ser considerado como um grupo de organismos concreto e real, distinto de outros grupos que também são concretos e reais, que serão cada um, uma espécie, em particular, nomeada separadamente de outras espécies particulares, por exemplo: *Myiagra inquieta*¹, *Jasminium dichotomum*², e *Yersinia pestis*³. Enquanto a categoria de espécie é “uma classe na hierarquia taxonômica”, “um termo abstrato” que por meio de sua definição, permite entender a natureza das espécies biológicas e, também, explicar o que queremos significar ao utilizar o termo de forma científica. Em outras palavras, viabiliza que explique-se o que são e como se comportam os grupos que

1 Restless Flycatcher

2 Jasmim da costa dourada

3 Bactéria da peste negra

formam espécies na natureza. Ao discutir o problema do conceito de espécie, é a definição da categoria de espécie que se busca, e não a definição de táxon de espécie. Dito isso, ao discutir-se o conceito de espécie é a definição da categoria de espécie que é objeto de discussão neste texto, não colocando em questão, deste modo, a definição do táxon de espécie.

Em vista disso, ao debater-se a realidade das espécies questiona-se se a *categoria de espécie realmente existe na natureza independente da mente humana? Isto é, é esta categoria natural/real ou uma classificação arbitrária feita pelos pesquisadores?* A resposta é dada através de duas abordagens: Realista e Antirrealista. A abordagem Realista assume ser possível que a ciência descreva a realidade a partir de teorias científicas, enquanto a abordagem Antirrealista negará esse princípio, afirmando que a ciência não é capaz de fazer a descrição da realidade pelas teorias criadas pela ciência (BUENO, 2014, p. 9; DUTRA, 2017, p. 116).

Os Realistas no que diz respeito à categoria de espécie dividem-se em Realistas Monistas e Realistas Pluralistas. Para ambos a categoria de espécie é real e pode ser descrita, no entanto discordam na forma que essa deve descrever a realidade dos organismos. Isto é, Realistas Monistas assumem que há uma única maneira de descrever a categoria de espécie, pois haveria uma explicação única e extremamente informativa que abrangeria todos os organismos naturais que compõem espécie. Enquanto Realistas Pluralistas admitem haver mais de uma forma de explicar a categoria de espécie, dado que explicações diferentes seriam adequadas para descrever os organismos naturais que compõem as espécies, uma vez que são esses diferentes. (HULL, 1999, p. 25)

Por sua vez considerações Antirrealistas acerca da categoria de espécies assumem que não há como apreender e descrever os fenômenos acerca dos organismos naturais que compreendem espécie sob uma categoria. Novamente tem-se abordagens Antirrealistas Monistas e Antirrealistas Pluralistas. A primeira, o Antirrealismo Monista, assume que há somente uma forma de compreender a categoria de espécie, porém nem as melhores teorias científicas são capazes de descrever os fenômenos sob essa categoria de modo verdadeiro e real. Por fim, o Antirrealismo Pluralista defende que há várias formas de descrever os fenômenos que subjazem a categoria de espécie, mas que essas descrições mantêm-se

indeterminadas devido à dificuldade de atingir-se um consenso sobre elas. (HULL, 1999, p. 25-26)

Ademais da questão acima posta (sobre a realidade da categoria), é também discutida no que diz respeito à categoria de espécie qual seria o seu status ontológico, isto é, como é possível compreender as entidades que compõem a categoria. Pode-se apontar duas abordagens que possuem protagonismo nessa discussão⁴: *Essências e Indivíduos*.

O *Essencialismo* sobre a categoria de espécie – espécies enquanto *Essências* – sustentam que I. Todos e apenas os membros de uma espécie possuem uma essência em comum II. A essência será responsável pelos traços relacionados aos membros de uma espécie e III. A partir da essência é possível explicar e prever as propriedades associadas a uma espécie. (Ereshefsky, 2022, p. 2)

Essa abordagem, embora tenha tido diversas tentativas de defesas ao longo da história da filosofia e propriamente da filosofia da biologia, recebe, também, fortes críticas por partes de filósofos da biologia, o que coloca em dúvida a sua adequação à categoria de espécie. Quer dizer, não seria viável a aplicabilidade dos três princípios requeridos pelo essencialismo, às espécies biológicas, uma vez que não é possível localizar traços que pertençam a todos e a somente membros de uma determinada espécie. Isto ocorre por que há forças evolutivas como mutação, recombinação e deriva aleatória que atuam contra a singularidade e universalidade de um ou mais traços comuns a organismos numa mesma espécie. (Ereshefsky, 2022, p. 2)

Ainda, mesmo que fosse o caso de existir um traço comum a todos e somente aos membros de uma espécie, há um outro requerimento, este espaço-temporal, que devido às forças que atuam na evolução, não pode ser cumprido. Isto é, para que um traço exista por toda a vida em uma espécie e somente nela, esse mesmo traço não pode surgir em qualquer outra espécie seja do nosso ou de qualquer outro planeta. (Ereshefsky, 2022, p. 2)

Outro modo de entender as entidades que compõem a categoria de espécie, e que é altamente vigente na literatura em filosofia da biologia, é enquanto *Indivíduos*. Segundo esta abordagem, que contrapõe-se ao *essencialismo*, entender espécies enquanto *Indivíduos* é assumir que essas entidades são indivíduos espaço-

⁴ Para demais abordagens acerca do status ontológico de espécie ver Ereshefsky (2022)

temporalmente localizadas (entidades históricas) de forma coesa e contínua, e não essências. Em outras palavras, as espécies estão atreladas a um determinado tempo e local onde sofrem ação da seleção natural e adaptam-se às condições desse espaço-tempo específico, possuindo início, meio e fim. Deste modo, uma vez extinta, não há como surgir outra espécie idêntica, pois as condições sob as quais a espécie extinta surgiu pertenceram a um contexto histórico específico. (HULL, 1978, p. 336)

Dentre as consequências em compreender a categoria de espécies como indivíduos está a de entender espécimes como partes da espécie, isto é, partes de um indivíduo, o que possibilita que o agrupamento desses espécimes seja feito por nexos genealógico. Diferentemente de quando eram entendidas como essências, pois espécimes eram tidas como instâncias de uma mesma essência. Outra consequência é que espécies não funcionam como leis científicas, pois essas últimas são verdadeiras em qualquer lugar e tempo, diferente de espécies, que como mencionase acima, são entidades históricas restritas a uma determinada era e um certo local. (DAVID HULL, 1978, p. 352-353)

A última questão que perpassa a categoria de espécie é entender qual seria o conceito mais adequado para descrever a natureza dos grupos de organismos que subjazem essa categoria. Os conceitos pretensos a esta tarefa podem ser *Monistas* ou *Pluralistas*. Conceitos Monistas descrevem a categoria de espécie de uma maneira única abrangendo a todos os organismos naturais nessa descrição e oferecendo um único critério para a delimitação dos grupos de espécies na natureza. Ao passo que, Conceito Pluralistas defendem que é possível descrever a natureza das espécies de duas ou mais maneiras, seja de forma simultânea ou hierárquica, que irão fornecer dois ou mais critérios para a delimitação dos grupos de espécies.

As abordagens às duas primeiras questões que perpassam a categoria de espécie, anteriormente colocadas terão influência em como os conceitos procuraram descrever a categoria de espécie. Isto é, o Conceito Evolutivo de Espécie pretende uma descrição única sobre todos os grupos que compõem a categoria de espécie, estes que são reais e compreendidos como *indivíduos*. Por outro lado tem-se o Conceito Morfológico de Espécie, este que também pretende dar uma única explicação que abranja a todos os grupos de organismos entendidos como espécies, considerando-os reais, mas os compreendendo-os enquanto *essências*.

A abordagem Pluralista Hierárquica de Richard A. Richards entende que a categoria de espécie pode ser descrita de uma única maneira, admitindo que os grupos de organismos sob esta descrição são reais, e entendendo-os como *indivíduos*. No entanto não é uma abordagem monista, mas, Pluralista, pois embora a categoria de espécie possa ser descrita de uma única maneira, a delimitação dos grupos de espécies será feita através de conceitos operacionais que responderão hierarquicamente ao conceito único que define a categoria de espécie.

Pode-se ainda apontar uma outra abordagem Pluralista, o Pluralismo Eliminativista de Marc Ereshefsky que diferentemente das concepções anteriores defenderá que é possível dar explicações diferentes para a categoria de espécie, pois os tipos de organismos que a compõem são também diferentes. Mas não só isso, Ereshefsky defenderá que a categoria de espécie não é real, isto é, que devido à alta pluralidade encontrada nos grupos de organismos que formam espécies, não é possível encontrar uma explicação em comum para alocar esses grupos sob a mesma categoria. No entanto, tais grupos, mesmo que não possuam uma explicação em comum, podem ser explicados, pois são reais e podem ser entendidos como indivíduos. No caso do Pluralismo Eliminativista temos uma abordagem Pluralista Antirrealista, a qual compreende as espécies enquanto Indivíduos.

Embora as três questões tratadas acima sejam interligadas, elas podem ser discutidas separadamente, de modo que nos próximos dois capítulos será discutida somente a terceira questão, isto é, conceitos os quais já foram considerados para a definição da categoria de espécie. No capítulo 2 *Conceitos de Espécies Monistas*, e no Capítulo 3 *Conceitos de Espécies Pluralistas*, procurarei apresentar e analisar de forma crítica conceitos dos quais foram considerados como possibilidade para descrever a natureza das espécies, mas que resultarão desconsiderados devido às diversas objeções apontadas.

Dentre os *conceitos monistas de espécies*⁵ serão apresentados e analisados, no segundo capítulo, três conceitos: *Conceito Biológico de Espécie*, *Conceito Evolutivo de Espécie*, *Conceito Ecológico de Espécie*.

⁵ Há diversos conceitos monistas e pluralistas na literatura em filosofia da biologia, por questão de inviabilidade de abordar todos, irei apresentar os que se destacam na literatura e que também possuem importância para meu trabalho; para mais conceitos ver Wilkins (2009; 2017), Zachos (2016).

O Conceito Biológico de Espécie foi formulado por Ernst Mayr e descreve a categoria de espécie como “um grupo de populações formadas por organismos naturais que se inter cruzam isoladamente de outros grupos de populações” (MAYR, 1963, p. 17). Considera-se um conceito inadequado para a definição da categoria de espécie por não poder ser aplicado a organismos com reprodução assexuada, bem como, não resolver o problema da hibridização entre indivíduos de populações de espécies diferentes, em que muitos casos geram híbridos férteis⁶. (SIMPSON 1951, p. 289; MAYDEN 1997, p. 390-391; DUPRÉ, 1999, p. 6-7; CAPONI 2013, p. 397).

No que diz respeito ao Conceito Evolutivo de Espécie, fora pensado primeiramente por George Gaylord Simpson, considerando que uma espécie pode ser explicada como “Uma linhagem filética (sucessão ancestral descendente de populações intercruzáveis) evoluindo independentemente de outras, com seus papéis evolutivos unitários separados, e suas próprias tendências” (SIMPSON, 1951, p. 289). Mais tarde o Conceito Evolutivo fora reelaborado por Eduard Orland Wiley com intuito de afirmar que espécies podem ser descritas da seguinte “Uma linhagem única de populações de organismos ancestrais descendentes que mantém sua identidade perante outras linhagens e que possui sua própria tendência evolutiva e destino histórico” (WILEY, 1978, p. 18).

Nas duas formulações acima apresentadas, dentre as principais críticas está que ‘evoluir’ não é uma característica única de espécies, dado que outras entidades vivas também evoluem, como é o caso de populações e taxa superiores. Ainda é considerada uma falha a vagueza do conceito ao não deixar claro o significado de termos como ‘identidade’, ‘próprias tendências’, ‘destinos evolutivos’. (TEMPLETON, 1992, p. 160; MAYR, 2005, p. 122).

Por fim, o Conceito Ecológico de Espécie, desenvolvido por Leigh Van Valen que alega que a categoria de espécie pode ser descrita como “Uma linhagem (ou um conjunto proximamente relacionado de linhagens) que ocupa uma zona adaptativa de alcance minimamente diferente de qualquer outra linhagem e evolui separadamente do alcance de outras linhagens” (VALEN 1976, p. 233). Dentre as muitas objeções feitas ao conceito ecológico, uma das mais determinantes para considerá-lo

⁶ Casos como os híbridos *S. scrofa domesticus* x *S. scrofa* (Javaporco), resultado do acasalamento entre o *Sus scrofa domesticus* (Porco Doméstico) e o *Sus scrofa* (Javali).

inadequado à definição da categoria de espécie fora a que são populações que ocupam zonas adaptativas (nichos ecológicos), e não espécies, havendo a possibilidade de haver populações de uma mesma espécie em zonas adaptativas diferentes (ELDREDGE, 1996, p. 189).

No capítulo 3 apresento dois conceitos pluralistas: A Divisão Conceitual de Trabalho de Richard A. Richards, e o Pluralismo Eliminativista de Marc Ereshefsky. Ambas as concepções aceitam que a categoria é composta por entidades compreendidas como históricas restritas a um local e tempo, isto é, indivíduos. Porém, há diferenças no modo como eles entendem como podem ser descritos esses indivíduos.

Ereshefsky (2001, 2010) apontará que há diferenças entre os organismos que compõem a categoria de espécie, isto é, entre Eucariontes, por um lado, e Procariontes e Vírus, por outro, o que levaria a uma heterogeneidade da categoria. No entanto, ele vai mais além, afirmando que devido a uma grande pluralidade interna, não há como definir a categoria de procariontes e vírus, o mesmo ocorrendo para a categoria de eucariontes (ERESHEFSKY, 2010), o que causaria a não existência da categoria de espécie e a impossibilidade da sua definição.

A alegação de Ereshefsky (2001, 2010) de que não é possível termos uma descrição da categoria de espécie, dá-se em princípio, porque há diferenças entre a categoria de Eucariontes e Procariontes e Vírus, mas também, haveria diferenças internas a essas próprias categoria. Em outras palavras, haveria, no caso dos eucariontes, linhagens de tipos diferentes. Desta forma, haveriam três formas de explicarmos a categoria de espécies dos eucariontes, em termos de – Intercruzamento, Ecologia e Monofilia – cada um, formando uma linhagem diferente. Pelo lado dos procariontes e vírus ocorreria a mesma diferença entre os tipos de organismos que compõem está categoria, esses seriam explicados em linhagens formadas por: Recombinação, Ecologia e Monofilia. No entanto, haveriam tantas discrepâncias, tanto na categoria dos eucariontes, como na dos Procariontes e Vírus, no que diz respeito a tais linhagens, devido à alta pluralidade dos organismos (mais visivelmente encontradas na última categoria, a dos Procariontes e Vírus), que seria inviável haver uma categoria de espécie e definir essa.

Por outro lado, Richards (2010) afirma que espécies podem ser explicadas por meio de uma única definição, o conceito evolutivo, que ele emprestará de Mayden

(1997, 1999) e adotará, e ainda, defende que esse conceito pode ser conectado a natureza, delimitando e individuando as espécies, por conceitos operacionais, se auto denominando um Pluralista Realista⁷.

Richard A. Richards (2010) endossa a argumentação de Mayden (1997, 1999), de que devemos definir a categoria de espécie por meio de uma *divisão de trabalho conceitual*. Isto é, um conceito primário, que fornece a *definição* e nos diz o que espécies são, e é conectado à natureza através de conceitos secundários ou operacionais, denominados *regras de correspondência*⁸, que possibilitam que organismos sejam identificados e individuados em espécies.

Deste modo Richards abraçará a definição evolutiva de espécie, proposta por Mayden que “espécie é uma linhagem de populações ancestrais descendentes com um distinto papel evolutivo, uma distinta tendência evolutiva e um distinto fato histórico” (RICHARDS, 2010, p. 132). O conceito evolutivo é considerado por Richards como apropriado para a definição de espécie, explicando, assim, qual a natureza dessas. A definição evolutiva será conectada aos organismos, possibilitando a individuação e delimitação desses, a partir de regras de correspondência como o conceito biológico de espécie, o conceito ecológico de espécie, ou mesmo o conceito morfológico de espécie. As regras de correspondência usadas serão direcionadas pela própria definição, isto é, uma vez que temos que uma espécie é “uma linhagem de populações ancestral descendentes...”, então, para determinar se um certo grupo de organismos que se reproduzem encaixam-se ou não sob essa definição, pode-se usar de regras como: Conceito Biológico, Conceito ecológico, Conceito filogenético, e outros que possam ser úteis nessa delimitação.

⁷ Parece estranho classificá-lo como Pluralista Realista, uma vez que Richards defende uma definição única para a categoria de espécie, mas, visto que a conexão desta definição é feita a partir de outros conceitos operacionais, isso parece dar uma ideia de completude, o que explicaria a sua autodenominação de Pluralista Realista.

⁸ Richards, após expor e endossar o método hierárquico de conceito teórico e conceitos secundários, de Mayden, muda essa terminologia afim de evitar possíveis confusões, isto é, passa a chamar o ‘conceito teórico’ de ‘definição’ e os ‘conceitos secundários’ ou ‘regras operacionais’ de ‘regras de correspondência’. Adotarei essa mudança de terminologia aqui e em outros momentos. Essa mudança é baseada na diferenciação que Carnap faz entre ‘definição’ e ‘regras de correspondência’, ao procurar explicar que as leis empíricas não seriam definições, mas sim operações que conectariam os termos observacionais às leis teóricas. Carnap esclarece que a definição é dada pelo conceito, pelas leis teóricas, enquanto a conexão desta com os termos observacionais dá-se pelas leis empíricas, ou seja, as regras de correspondência. Deste modo, Richards adota e aplica essa terminologia para espécies, considerando o conceito primário ou teórico de espécie como a definição e os conceitos secundários ou operacionais, as regras de correspondência que ligam a definição de espécie aos organismos.

Essa definição adotada por Richards traz consigo a união das “linhagens diferentes” – no caso dos eucariontes: Reprodutiva, Ecológica e Monofilética; e no caso dos Procariontes: Recombinativa, Ecológica e Monofilética – as quais Ereshefsky afirmou não apresentarem nenhuma explicação em comum. Essas abordagens apareceram no modelo hierárquico de Richards como os conceitos operacionais que auxiliarão na delimitação dos taxa. Deste modo, tem-se uma única explicação que pode ser dada a todos os grupos de organismos que formam espécies na natureza. Aparentemente isso fará da abordagem defendida por Richards a mais aprazível e portanto do Conceito Evolutivo um forte candidato para a definição da categoria de espécie.

No entanto, ambas as abordagens de Richards e Ereshefsky são marcadas por um fenômeno conhecido como Transferência Genética Horizontal. A transferência horizontal de genes é a troca de informação genética que ocorre entre organismos – procariontes e vírus (bacteriófagos) por meio de *transdução* (quando o material genético é transmitido de uma bactéria a outra por uma bacteriófago), *conjugação* (quando ocorre a troca direta de material genético entre as bactérias) e *transformação* (quando há assimilação e incorporação pelo material genético exógeno pela bactéria) – fazendo com que esses pertençam, ao mesmo tempo, a linhagens diferentes, isto é, a espécies diferentes, ocasionando um *mosaico genético* que impede que esses organismos sejam delimitados pelos conceitos aqui apresentados, e apontados como pertencentes a uma espécie ou outra.

A hipótese de que a categoria de espécie não pode ser definida devido a sua alta pluralidade que é defendida por Ereshefsky (1992, 2004, 2010) é resultado de várias possibilidades de definições à categoria de espécie que foram rejeitadas, mas principalmente deve-se aos casos de *TGH* recorrentes na maioria dos organismos Procariontes e Vírus. Isto é, para Ereshefsky, aparenta ser impossível determinar a qual linhagem os organismos procariontes e vírus pertenceriam, pois ao herdarem material de diferentes origens, torna-se difícil estipular em qual informação genética centrar-se para apontá-lo como descendente de uma linhagem específica. Assim, torna-se muito difícil determinar espécies para organismos procariotos e vírus, além de que, tais organismos parecem não poderem ser classificados como espécies. Deste modo, teríamos uma variedade muito grande de tipos de organismos na natureza.

No que diz respeito à abordagem defendida por Richards (2010) que até então aparenta ser uma alternativa altamente viável a definição da categoria de espécie, a *transferência genética horizontal* também trará problemas.

O Conceito Evolutivo será satisfatório apenas para explicar as espécies em relação aos organismos Eucariontes, uma vez que não haverá risco de ramificação de linhagens nesses últimos, e a delimitação ainda poderá ser feita pelos critérios operacionais apresentados. No que toca aos procariontes e vírus, uma vez que o conceito alegado por Richards tem em sua base a noção de linhagem individual e essa será, aparentemente, não factível nesse segundo grupo de organismos, então, torna-se inviável a aplicabilidade do conceito.

Ao que parece chega-se a um impasse na definição da categoria de espécie causado pela Transferência Genética Horizontal. A inviabilidade da aplicação do Conceito Evolutivo oferecido por Richards, que até então aparentava dar uma explicação única a todos os organismos que formam grupos de espécies, sugestiona a crer na impossibilidade da definição da categoria.

Meu objetivo neste trabalho é defender uma categoria natural de espécie e que essa possa ser explicada a partir da abordagem do Pluralismo Hierárquico defendida por Richards. Em outras palavras, espécies podem ser descritas como “linhagens populacionais ancestrais descendentes as quais possuem, cada, um distinto papel evolutivo, uma distinta tendência evolutiva e, também, um distinto destino histórico” (RICHARDS, 2010, p. 132), e que a essa definição respondam conceitos operacionais, em uma estrutura hierárquica, que auxiliarão na delimitação dos grupos de espécies na natureza.

Para atingir meu objetivo buscarei, em um primeiro momento, uma solução para o problema da Transferência Genética Horizontal (TGH), no capítulo 4. Essa possível solução será a “quebra” do impasse a que cheguei, pois irá não só indicar que não há impasse, como também meios para continuar a trabalhar na categoria de espécie. A partir de Francesca Merlin (2017) é possível dar início a esta tarefa.

Merlin entende a ideia de transmissão de forma mais ampla que a ideia de herança, diferenciando assim, entre mecanismo de conservação de informação genética, a Herança, e mecanismo de variabilidade de informação genética, a TGH. Está última, então, não seria uma forma de herança, pois a maior parte da informação

adquirida por ela não é transferida para outras gerações, diferentemente da herança, que conserva-se de uma geração para outras.

Dito de outro modo, o que ocorre nos casos de *transmissão genética horizontal* são trocas de novas variantes genéticas, entre organismos, que podem ou não ser adquiridos e conservados pelo mecanismo de *herança*. Tem-se, um mecanismo para adquirir variantes genéticas, a TGH, e outro mecanismo que cumpre conservar informações genéticas, a Herança, podendo ou não vir a conservar tais variantes. Portanto, a TGH não prejudicaria a individualidade das linhagens e por conseguinte, dos organismos e espécies que pertencem a elas.

Afirmo ser a partir de Merlin possível o início para a solução dos problemas *da transferência genética* horizontal, pois embora a diferença entre TGH e Herança, explicada acima, seja muito importante, ela não é suficiente para explicar como é possível o nexo vertical entre as linhagens, respeitando, assim, a individualização de cada linhagem. Essa explicação torna-se possível a partir da noção de Relação de Filiação entre progenitor-progênie desenvolvida por Gustavo Caponi (2022).

Caponi defende que o elo que mantém a verticalidade das linhagens, bem como a individualidade dessas, não está na noção de *herança*, mas para além dela por meio de uma Relação de Filiação entre progenitor-progênie. Isto é, por meio de um vínculo material entre progenitor e progênie – recursos ontogenéticos dos progenitores, que são transmitidos e quem sem os quais a progênie não poderia existir – que ocorre através da reprodução, ocorrendo a relação de filiação.

Assim, o que marca a relação de filiação entre progenitor e progênie e constitui uma linhagem, não é qualquer recurso genético que uma estrutura Y contenha, mas, recursos aos quais essa estrutura Y possui e não possuiria se não fosse produto de uma outra estrutura X. Recursos necessários para a existência da estrutura Y que também existem na estrutura X e são herdados a partir da reprodução.

Em outras palavras, ao buscar por nossas relações de filiações o correto não é perguntar-se quais genes herdamos, mas quem são nossos progenitores e ancestrais. Pois, uma vez que a relação de filiação que mantém a verticalidade entre as linhagens dá-se através do que é transmitido somente entre progenitor-progênie, e sem os quais um organismo não poderia existir, então, há genes herdados por esse organismo, necessários para a sua existência e sobrevivência, que só puderam ser fornecidos por quem os reproduziu.

Ao inserir um gene aleatório em um organismo, mesmo que essa inserção cause embaraço na identificação filogenética, isso não torna o organismo parte da linhagem a qual o gene fora inserido, pois não serão os genes que constituem as linhagens, mas sim, a Relação Filial entre progenitor-progênie. Deste modo a transferência genética horizontal não traz problemas para a individualidade das linhagens de procariontes e vírus (CAPONI, 2022), pois é possível haver uma diferenciação entre *filiação* e *herança*, o que impede que a TGH torne-se uma evidência contrária à individualidade dessas linhagens.

Ao ser possível solucionar os problemas que a transferência genética horizontal causa a verticalidade, e portanto, a individualidade das linhagens de procariontes e vírus, é possível, também, retomar a defesa da abordagem defendida por Richards, o Pluralismo Hierárquico, à categoria de espécie.

Deste modo, no quinto e último capítulo desta tese, defendo que a categoria de espécie é natural, composta por todos os grupos de organismos naturais que possuem a mesma explicação do porquê podem ser considerados espécies, isto é, podem todos esses grupos ser descritos enquanto espécies por meio do Conceito Evolutivo de Espécie pois são “linhagens populacionais ancestrais descendentes as quais possuem, cada, um distinto papel evolutivo, uma distinta tendência evolutiva e, também, um distinto destino histórico” (RICHARDS, 2010, p. 132). A categoria de espécie pode, também, ser considerada como aludindo a *Indivíduos*, isto é, referindo-se a grupos de seres vivos individuais (espécies) que são considerados entidades históricas local e temporalmente restrita, que estão sob ação da seleção natural e a outros fatores evolutivos.

Por fim, dado que é possível explicar a categoria de espécie a partir do Conceito Evolutivo de Espécie, é possível, também, resgatar a abordagem defendida por Richards, o Pluralismo Hierárquico. Uma vez que o Conceito Evolutivo é possível para a definição da categoria mas não fornece critérios que possibilitem a delimitação dos taxa de espécie, então a estrutura hierárquica apresentada no modelo de Richards – a partir de um conceito teórico e demais conceitos operacionais – torna-se a mais adequada para abordar o impasse do conceito para a categoria de espécie.

Afim que seja possível ao leitor visualizar como conceitos operacionais podem auxiliar na delimitação do que agora sabemos ser uma espécie, isto é, “uma linhagem populacional ancestral descente”, irei sugerir ainda no capítulo 5 alguns conceitos de

espécies que podem ser tratados como conceitos operacionais. É o caso de conceitos como o *Conceito Biológico de Espécie*, o *Conceito de Espécie de Reconhecimento* e o *Conceito Genético de Espécie*, fundamentados em Isolamento Reprodutivo; o *Conceito Ecológico de Espécie* e o *Conceito Ecológico de Cohan*: baseados em Isolamento Ecológico; o *Conceito Morfológico de Espécie* e o *Conceito Fenético de Espécie*; desenvolvidos a partir de Similaridades Morfológicas; o *Conceito de Concordância Genealógica* e o *Conceito de Agrupamento Genotípico*, fundamentados em Semelhanças Moleculares; e por fim, o *Conceito Filogenético de Espécie (versão diagnosticável)* e o *Conceito Filogenético de Espécie (versão Monofilética)*, baseados em Filogenias.

Por fim, em vistas de aumentar o campo de possibilidades dos conceitos operacionais que podem auxiliar na delimitação dos grupos de espécies, sugiro, ao final do texto um novo conceito, criado por Francisco Prosdócimi e Sávio Torres de Farias, o *Conceito de Espécie Código Informacional*. Tal conceito defende que espécies podem ser explicadas como: “Um conjunto de indivíduos ou populações que compartilham de um aparato mínimo de informação genética codificada levando a (potencial) formação da mesma estrutura definida e unidade funcional” (PROSDOCIMI; FARIAS, 2021).

Este conceito é desenvolvido a partir da abordagem que organismos seriam macrocódigos, isto é, um organismo seria composto de várias camadas de informação codificada que estão interligadas formando esse macrocódigo. Entretanto, será um conceito sugerido como conceito operacional pois possibilita que por meio dele seja possível ler-se as camadas de informação codificada que apontam o nível de espécie, somente para organismos unicelulares, isto é, procariontes e vírus. Nesses últimos é possível ter conhecimento das camadas de informação codificada que compõem o seu macrocódigo, ao passo que nos organismos pluricelulares o nível de complexidade das camadas codificadas que os compõem ainda não foi totalmente explorada e entendida. Deste modo, não há como saber quais critérios seriam necessários para compreender as camadas de informação codificadas dos organismos pluricelulares pois essas não foram totalmente exploradas e compreendidas, diferentemente do que ocorre com os organismos pluricelulares.

1 CONCEITOS INTRODUTÓRIOS

Neste capítulo apresentarei, primeiramente, a diferença entre táxon de espécie e categoria de espécie. Seguindo da exposição de três questões que pautam a discussão de espécie na filosofia da biologia: I. A realidade das espécies – Realismo ou Antirrealismo? II. O status ontológico de espécies – essências ou indivíduos? III. Conceito (s) mais adequado (s) para capturar a categoria de espécie – Monistas ou Pluralistas?

Com o intuito de guiar o leitor para o que se seguirá nos próximos capítulos a partir de elucidações básicas que auxiliem no entendimento do texto, deixarei manifesta minha posição sobre cada uma das questões acima em relação a abordagem defendida aqui: o Pluralismo Hierárquico. O capítulo está organizado do seguinte modo: 1.1 Diferença entre táxon de espécie e categoria de espécie 1.2 Questões que pautam a discussão de espécie 1.2.1 Status ontológico das espécies: essências ou indivíduos 1.2.2 Realismo e Antirrealismo quanto a categoria de espécie 1.2.3 Conceitos de espécies adequados para captar a categoria de espécie.

1.1 DIFERENÇA ENTRE TÁXON DE ESPÉCIE E CATEGORIA DE ESPÉCIE

É muito importante compreender a distinção entre táxon de espécie e categoria de espécie, e qual delas será discutida neste trabalho. Deste modo, no que se segue, explicarei, o que significa táxon e categoria, de uma maneira geral, para após, explicar, especificadamente, o que vem a ser *táxon* e *categoria de espécie*. Por último, explico que tratarei aqui da categoria de espécie.

Em *A dictionary of science* a definição de categoria é entendida como: “[...] A posição ou status de um táxon em uma hierarquia de classificação. Exemplos de categoria são os de família, gênero e espécie [...]” (MARTIN, 2010, p. 694, tradução minha), ao passo que o táxon é entendido como:

“ (pl. taxa) Qualquer grupo taxonômico nomeado de qualquer categoria na classificação hierárquica de organismos. Deste modo, os taxa Papilionidae, Lepidoptera, Hexapoda e Urinamia são exemplos de nomes de família e ordem, classe e filo, respectivamente. ” (MARTIN, 2010, p. 807, tradução minha).

Ernst Mayr em “Species concepts and their application” (1963, p. 18) descreve a categoria da seguinte maneira:

“Uma categoria designa uma dada categoria ou nível na classificação hierárquica. Tais termos como “espécie”, “gênero”, “família”, e “ordem” designam categorias. Uma categoria, assim, é um termo abstrato, um nome de classe, enquanto os organismos atribuídos nessas categorias são objetos zoológicos concretos.” (MAYR, 1963, p. 18, tradução minha)

Por sua vez, na concepção de Mayr, o táxon é “um grupo taxonômico de qualquer nível que é suficientemente distinto para ser digno de ser atribuído a uma categoria definida (MAYR, 1963, p. 18, tradução minha).

A partir das citações anteriores é possível afirmar que o táxon é um grupo singular de organismos que são denominados diferentemente de outros grupos de organismos, os quais podem ser atribuídos a uma das categorias da hierarquia lineana, como reino, filo, classe, ordem, família, gênero e espécie. A atribuição dá-se a partir do conceito da categoria que melhor explica o significado de um grupo de organismos, isso é, um táxon. Em outras palavras, o grupo Hexapoda é explicado como uma família, porque o significado do conceito da categoria “família” na hierarquia lineana mais adequa-se ao papel que esse grupo tem na natureza.

Dito isso, o táxon e a categoria de espécie podem ser explicados da seguinte maneira: o táxon de espécie é um grupo de organismos concreto e real em que seu papel na natureza é mais adequadamente oferecido pelo conceito da categoria de espécie. Dito de outro modo, o táxon de espécie é uma espécie em particular, nomeadamente diferente dos outros taxa que também serão particulares e com nomes diferentes, enquanto a categoria não é específica como o táxon, mas uma classe, um termo abstrato que explica como entender a natureza dos taxa.

Neste trabalho, no capítulo 5, procuro defender a existência da categoria natural de espécie como também uma abordagem *Pluralista Hierárquica* para conceituá-la. A noção de táxon de espécie não está em discussão aqui, apenas gostaria de salientar que a entendo por grupos concretos com status ontológico de indivíduos.

Na próxima seção explicarei a discussão em torno do status ontológico das espécies. Essa discussão pode ser feita tanto no que diz respeito ao táxon quanto a categoria de espécie, no entanto, visto o caráter deste trabalho tratarei apenas abordagens sobre a categoria de espécie. Deste modo, na seção 1.2 *Questões que*

pautam a discussão de espécie apresento, de forma breve, questões que surgem quando discute-se espécie, abordando-as no que diz respeito a *categoria de espécie*.

1.2 QUESTÕES QUE PAUTAM A DISCUSSÃO DE ESPÉCIE

Uma vez que neste trabalho meu foco é a categoria de espécie, tratarei, a seguir, das três questões que comumente envolvem espécie no que diz respeito a categoria e não ao táxon. Segue-se, deste modo, que ao tratar da categoria de espécie é questionado se I. A categoria de espécie realmente existe na natureza independente da mente humana? II. Qual o tipo de entidade que compõem a categoria de espécie? III. Qual conceito poderia captar e explicar a categoria espécie?

Tais questões embora interligadas, podem ser tratadas em separado, deste modo, abaixo, apresentarei, de modo breve, as duas primeiras, procurando expor ao leitor a discussão entre Realismo e Antirrealismo quanto a categoria de espécie, correspondente a primeira pergunta, e por conseguinte, Essencialismo e Individualismo, no que diz respeito à segunda pergunta. Por fim, exporei, de modo igualmente breve, a discussão em torno Monismo e Pluralismo no que diz respeito a terceira questão.

Meu trabalho defenderá a existência de uma categoria natural de espécie e uma abordagem conceitual para a categoria; respondendo à questão I e III, no entanto, ainda neste capítulo, procuro posicionar-me no que diz respeito a questão II e como pretendo entender as entidades que compõem a categoria de espécie ao longo do texto. Sendo assim, a seguir, início expondo a discussão quanto ao Realismo e Antirrealismo a Categoria de Espécie em 1.2.1, seguindo por 1.2.2 Entidades que compõem a categoria de espécie: Essências ou Indivíduos e por fim 1.2.3 Conceitos de espécies: Monistas ou Pluralistas.

1.2.1 Realismo e Antirrealismo a Categoria de Espécie

De acordo com o Realismo Científico as entidades que existem no mundo são reais, sendo descritas por nossas melhores teorias científicas, tanto nos aspectos observáveis quanto inobserváveis, por meio de descrições verdadeiras e bem

sucedidas. (BORTOLOTTI, 2013, p. 96-97; BUENO, 2014, p. 9; FRENCH, 2007, p. 92; DUTRA, 2017, p. 116). O Antirrealismo Científico possui diversas concepções, mas pode ser sintetizado como a posição de que as entidades que existem no mundo não seriam reais ou que nossas melhores teorias científicas não seriam capazes de descrevê-las de forma verdadeira. (BUENO, 2014, p. 15; BORTOLOTTI, 2013, p. 96-97; DUTRA, 2017, p. 127).

Realismo e Antirrealismo quanto à categoria de espécie pode ser entendido a partir de quatro maneiras, conforme David Hull (1999, p. 25). A primeira entende que é possível e deve ser encontrada uma única maneira mais adequada de descrever e classificar a categoria de espécie. O que ficará conhecido como Realismo Monista, uma vez que assume que é possível descrever a categoria de espécie a partir de uma única forma, isto é, um único conceito para descrevê-la.

Em contrapartida há um outro modo de compreender a categoria de espécie no qual defende-se que mesmo embora havendo apenas uma maneira de descrever e classificá-la, os fenômenos que são captados em tal descrição não seriam reais. Esse modo de compreensão denomina-se Antirrealismo Monista (HULL, 1999, p. 25-26), admitindo uma única forma de descrever a categoria, isto é, um único conceito para essa, no entanto, os fenômenos sob essa descrição são arbitrários e criados a partir da mente humana.

Um terceiro modo de entender a categoria de espécie é o Realismo Pluralista, que entende que esta pode ser descrita de formas diferentes e todas essas formas seriam verdadeiras. Dito de outro modo, a categoria de espécie pode e deve ser descrita, mas não a partir de uma única descrição máxima, mas a partir de conceitos diferentes, que apresentarão descrições diferentes de como está pode ser compreendida na natureza. Ademais, as diferentes formas de descrever a categoria de espécie serão igualmente verdadeiras (HULL, 1999, p. 26).

Por outro lado, com o Antirrealismo Pluralista (HULL, 1999, p. 25) tem-se que as descrições acerca da categoria de espécie permanecerão indeterminadas no futuro devido à dificuldade que há em chegar-se a um consenso sobre tais descrições e quando chega-se é de curta durabilidade. A causa desta falta de consenso estaria nas maneiras em que o mundo pode ser caracterizado, uma vez que são indefinidas por dependerem de visões de mundo e paradigmas diferentes. Em outras palavras, este modo de entender a categoria de espécie defende que não há como haver um

consenso sobre como descrever a categoria de espécie, tendo essas várias possibilidades de descrições que, no entanto, não são possíveis de descrevê-las de forma real e verdadeira.

Como adiantei-me acima, defenderei a existência de uma categoria natural de espécie, isto é, que é possível descrever uma categoria de espécie real e verdadeira, assumindo deste modo uma posição Realista. Poderia, também, de modo simplista, assumir que esse Realismo é Pluralista, uma vez que considero que a descrição da categoria de espécie deve ser feita por meio da abordagem do Pluralismo Hierárquico no entanto, observo aspectos peculiares que gostaria de ressaltar para poder assumir-me Realista Pluralista de modo mais concreto.

Na abordagem pluralista hierárquica tem-se que um único conceito teórico (conceito primário) explicará o que se pode entender por categoria de espécie, ou seja, aparentemente, à primeira vista, uma posição Realista Monista. Segue-se dessa abordagem que para a delimitação dos taxa de espécie serão necessários critérios operacionais (conceitos operacionais), esses que responderão aos requerimentos do que fora compreendido do que se é espécie a partir do conceito teórico (definição). Dito de outro modo, haverá critérios operacionais diferentes, conforme a orientação do que vem a ser espécie dada pelo conceito teórico, que serão utilizados para o agrupamento de organismos em taxa de espécies.

Dito isto, assumo que a abordagem defendida em meu trabalho, o *Pluralismo Hierárquico*, é uma abordagem Realista Pluralista. Considero-a desta maneira por reconhecer que embora haja um único conceito para a explicação da categoria de espécie, a delimitação dos taxa de espécies fica a cargo de diferentes critérios operacionais a trabalhar de forma simultânea.

1.2.2 Entidades que compõem a categoria de espécie: Essências ou Indivíduos

Para que seja possível descrever a categoria de espécie, ademais de saber se está existe ou não, é preciso também que se compreenda qual seu estatuto ontológico, isto é, que tipos de entidades a compõem. Deste modo, abaixo, apresento duas posições bem recorrentes na literatura em filosofia da biologia sobre o status ontológico da categoria de espécie: o Essencialismo, o qual entende espécies como *Essências*, e o Individualismo, que compreende espécies como *Indivíduos*.

O essencialismo sobre espécies, conforme fora defendido por autores como Aristóteles, John Locke, Carl Linnaeus e outros, possui três princípios básicos:

“I. Todos e apenas os membros de uma espécie possuem uma essência em comum; II. A essência de uma espécie é responsável pelos traços tipicamente associados aos membros dessa espécie; III. Conhecer a essência de uma espécie ajuda-nos a explicar e prever as propriedades tipicamente associadas com a espécie”. (Ereshefsky, 2022, p. 2, *tradução minha*)

A aplicação destes princípios às espécies biológicas não é viável (ERESHEFSKY, 2022, p. 2), dado que não é possível localizar traços que ocorram em todos e apenas nos membros de uma espécie. A não existência dessa essência pode ser explicada por meio da teoria evolutiva, quer dizer, há forças como mutação, recombinação e deriva aleatória que atuam contra a universalidade e a singularidade de um traço em uma espécie. Ainda, mesmo que pudesse haver um traço que ocorresse em todos os organismos de uma espécie, haveria organismos em diferentes espécies que possuiriam o mesmo traço, não sendo esse exclusivo de uma determinada espécie. A causa de haver traços iguais em organismos de espécies diferentes é novamente o trabalho das forças evolutivas: espécies diferentes que possuem antepassados em comum e assim herdaram genes e programas de desenvolvimento em comum que causam tais semelhanças, ou ainda, espécies que evoluíram em paralelo compartilhando do mesmo habitat e das mesmas pressões seletivas o que causou determinado traço em mais de uma espécie.

Por último, de acordo com Ereshefsky (2022, p. 2), caso ainda houvesse a possibilidade de existir um traço que ocorresse em todos os membros de somente uma espécie, há um requerimento espaço-temporal que não é possível de ser cumprido. Isto é, esse traço deveria existir por toda a vida em uma mesma espécie e somente nela, não sendo possível esse mesmo traço em outra espécie seja do nosso ou de qualquer outro planeta. Dado que já fora falada mais acima acerca da teoria da evolução e das forças que atuam nela, essa exclusividade espaço-temporal não é possível.

Opondo-se à concepção que espécies podem ser entendidas como *Essências*, David Hull (1978) defende que é possível entendê-las como *Indivíduos*. Assim, para Hull (1978, p. 336), espécies são indivíduos, podendo ser compreendidas como entidades espaço temporalmente localizadas (entidades históricas) de forma

coesa e continua⁹. Apontando assim que enquanto essências, possuem o papel de genuínas leis científicas, indivíduos (entidades históricas) estão restritas a um determinado lugar e tempo (HULL, 1978, p. 337).

Em outras palavras, o caráter das espécies biológicas difere-se de espécies químicas, por exemplo, as quais temos que o elemento Ouro é composto pelo número atômico 79, independentemente do local ou tempo que este fora minerado. No caso das espécies biológicas, por serem entidades históricas e estarem atreladas a um determinado tempo e espaço, estas sofrem ação da seleção natural, adaptando-se a um ambiente específico, possuindo início, meio e fim. Deste modo, uma vez que uma espécie deixa de existir, ela não poderá existir novamente, pois ela está inserida em um dado momento da história evolutiva, em uma organização social e cultural, bem como ecológica, sendo assim, única (HULL, 1978, p. 349-350).

Dentre as consequências ao entender-se espécies como indivíduos é espécimes tidos como partes de uma espécie, e não como instâncias. Pois dado que espécies são indivíduos, o espécime fará parte desse indivíduo. Deste modo o agrupamento de um espécime não será mais feito fenotipicamente (por similaridade), mas através do nexu genealógico com a espécie. Segue-se dessa outra consequência, o nome da espécie não poderá ser intensional (conforme condições necessárias e suficientes), mas sim de maneira ostensiva, isto é, de modo que possa ser identificada conforme uma descrição. Tal descrição é diferida das condições necessárias e suficientes atreladas ao diagnóstico de traços. Em outras palavras, um corvo que nasça branco, não deixará de ser corvo por diferenciar-se dos outros corvos que até então somente tinham cor preta, porque o que importa é que eles pertencem a mesma genealogia, fazem parte da mesma espécie (HULL, 1978, p. 352-353). Outra consequência que pode ser mencionada (HULL, 1978, p. 353) é espécies não funcionam sob leis científicas, uma vez que estas não estão restritas a tempo e ao espaço. Espécies, por sua vez, como indivíduos históricos, sujeitas a pressões seletivas de um determinado lugar e tempo, não podem ser leis científicas.

Por fim, há também uma consequência específica para a espécie humana. Conforme Hull (1978, p. 358), se espécies são entidades históricas, então organismos particulares são parte delas, deste modo, a espécie *homo sapiens* é também uma

⁹ Hull também entende organismos e genes da mesma maneira, porém meu foco aqui é em espécies, então não irei tratar dos dois primeiros. Para mais ver David Hull, 1978.

entidade histórica, sendo os organismos particulares que a compõem, genealogicamente, parte dela. Em outras palavras, não há natureza humana nem características que todos e somente os seres humanos possuem, e que dependendo o status de um ser humano, pode vir a ser contingente. Isso evita interpretações não-biológicas que afirmam haver diferenças essenciais entre humanos devidos ao seu gênero, raça e orientação sexual, uma vez que não há nenhuma, dado que todos são parte da espécie humana e não há uma natureza necessária e suficiente que os diferencie.

Em vista do que fora apresentado acima, afirmo que a abordagem Pluralista Hierárquica acerca da categoria de espécie, a qual defenderei, compreende espécies enquanto indivíduos. Dito de outro modo, assumo que a categoria de espécie é composta por entidades históricas, as quais sofrem ação de seleção natural, estando restritas a um determinado tempo e espaço, possuindo, assim, início, meio e fim.

1.2.3 Conceitos de espécies: Monistas ou Pluralistas

Conceitos Monistas de espécies são conceitos que explicam a natureza das espécies a partir de uma descrição única, os quais fornecem, também, um critério único para a delimitação dos taxa de espécies. Em contrapartida *Conceitos Pluralistas* de espécies são desenvolvidos a partir da concepção de que é possível descrever a natureza das espécies de duas ou mais maneiras, seja essas em estrutura simultânea ou hierárquica (ZACHOS, 2016, p. 13; ERESHEFSKY, 2022, p. 7-8). A posição realista ou antirrealista acerca da categoria de espécie terá uma influência direta em como será descrito o conceito. O modo de entender as entidades que compõem a categoria, também irá unir-se a como será descrita a natureza das espécies.

A partir disto têm-se conceitos como o *Conceito Morfológico de Espécie* (DU RIETZ 1930, p. 357; CRONQUIST, 1978, p. 15), esse que é um conceito Realista Monista Essencialista uma vez que entende a descrição da natureza das espécies como possível de ser feita de uma única maneira a partir de características fixas e comum a todos os membros de uma mesma espécie, isto é, essências. Ou ainda, o *Conceito Evolutivo de Espécie* (SIMPSON, 1951, p. 289) do qual também defenderá que as espécies podem ser descritas de uma única forma, mas que podem ser

entendidas como indivíduos, uma vez que possuem relações genealógicas restritas a um tempo e espaço.

Tem-se também abordagens conceituais desenvolvidas como o Pluralismo Eliminativista (ERESHEFSKY, 1992, p. 678; 2004, p. 130), que pode ser considerada uma abordagem Antirrealista Pluralista Individualista, uma vez que defende que a categoria de espécie não pode ser natural, dado que as unidades que a compõem, essas entendidas por ele entendidas como indivíduos, são muito diferentes.

Ou ainda, há abordagens conceituais como o Pluralismo Hierárquico (RICHARDS, 2010, p. 141-143, p. 215), abordagem está que pode ser considerada como Realista Pluralista Individualista, uma vez que defende que a categoria de espécie pode ser descrita, de uma forma a abranger todos os tipos de organismos, mas a delimitação desses em grupos de espécies é feita a partir de uma hierarquia conceitual; sob o Pluralismo Hierárquico espécies também são entendidas como indivíduos.

Dito isto, no capítulo seguinte, o capítulo 2, procuro apresentar uma análise crítica de alguns conceitos de espécies monistas: *Conceito Biológico de Espécie*, *Conceito Evolutivo de Espécie* e *Conceito Ecológico de Espécie*, procurando apontar porque tais conceitos não podem ser considerados adequados para definição da categoria de espécie. Em seguida, apresento no capítulo 3 uma análise crítica de duas abordagens pluralistas: *Pluralismo Eliminativista* e *Pluralismo Hierárquico*, procurando também pontuar um dos principais motivos da abordagem Pluralista Hierárquica que aparentemente pode ser percussora, falhar, isto é, a *Transferência Genética Horizontal*. No capítulo 4 procuro apresentar a solução para os problemas trazidos pela TGH a partir da ideia de *Relação Filial* entre *progenitor-progênie*. Por fim, no último capítulo, o capítulo 5, defenderei que a categoria de espécie é natural, bem como pode ser compreendida a partir da abordagem do Pluralismo Hierárquico.

2 CONCEITOS MONISTAS DE ESPÉCIES

Na literatura sobre conceitos de espécies é possível encontrar listas que oscilam entre o número de 19 a 32 conceitos monistas de espécies (MAYDEN, 1997, p. 389-411; ZACHOS, 2016, p. 80-96; WILKINS, 2017, p. 229-265). Dentre eles pode-se citar o Conceito de Agamoespécie, Conceito Biológico de Espécie, Conceito Evolutivo de Espécie, Conceito de Espécie de Reprodução Competitiva, Conceito Ecológico de Espécie, Conceito Internodal de Espécie, Conceito Genético de Espécie, entre outros.

Dentre os citados acima analisarei de forma crítica três deles: o Conceito Biológico de Espécie, delimitado por Ernst Mayr (1963, p. 17), o Conceito Evolutivo de Espécie, este desenvolvido por Simpson (1951, p. 289) e reformulado por Wiley (1978, p. 18) e por fim o Conceito Ecológico de Espécie estabelecido por Van Valen (1976, p. 234). Escolhi-os pois são conceitos que têm grande visibilidade e importância na história da filosofia da biologia, mas também serão pertinentes ao desenvolvimento do meu trabalho. Analisar todos seria uma tarefa hercúlea que não caberia ao propósito do meu texto.

O Conceito Biológico de Espécie de Mayr (1963) fundamenta-se na concepção que espécies são grupos de populações reprodutivamente isoladas, a partir de mecanismos de isolamento, de outros grupos de populações, mantendo assim um fluxo genético harmônico dentro destes grupos. Por sua vez, o Conceito Evolutivo de Simpson (1951) defenderá que espécies são linhagens filéticas que evoluem separadamente de outras linhagens filéticas, possuindo cada linhagem individual seu próprio destino e tendência evolutiva. Por último, Van Valen (1976) delimita o Conceito Ecológico de Espécie, que tem por objetivo dar uma precisão ao conceito de Simpson, afirmando que pode-se entender espécies como linhagens que evoluem separadamente e ocupam um nicho ecológico que diferem de outras linhagens que também evoluem individualmente e ocupam nichos ecológicos diferentes.

Deste modo, a seguir, procuro em 2.1 analisar o Conceito Biológico de Espécie de modo crítico apresentando objeções e defesas de autores que o discutiram, bem como dar parecer sobre se o conceito é adequado ou não para a definição da categoria de espécie. Essa mesma metodologia sigo nas seções 2.2

Conceito Evolutivo de Espécie e 2.3 Conceito Ecológico de Espécie.

2.1 CONCEITO BIOLÓGICO DE ESPÉCIE

A concepção que ‘espécies são comunidades reprodutivas’ pode ser encontrada em trabalhos de naturalistas como Georges-Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1788), e também Charles Robert Darwin (1809-1882). Em Buffon há também indicações dessa maneira de pensar nos seus escritos mais tardios como *Histoire Naturelle* (1749 à 1804), no qual observa-se a seguinte afirmação “Uma espécie é uma sequência de indivíduos semelhantes, os quais podem reproduzir-se entre si”. No entanto, segundo Mayr (1998, p. 297), Buffon não avançou para mais do que isso, o que impossibilitou-o de delimitar o conceito biológico no século XVIII. Por sua vez, Charles Darwin também pensou espécies como populações reprodutivamente isoladas umas das outras.

Entretanto, diferentemente do que pode-se imaginar, esse entendimento por parte de Darwin não aparece em *A origem das espécies* (1859), mas nos seus *Cadernos de anotações* de 1830, que mesmo anterior ao primeiro, foi publicado somente após sua morte. Em *A origem das espécies*, Darwin compreendia as espécies de uma maneira nominalista, ao passo que em seus *Cadernos de Anotações*, ele as entendia da seguinte maneira “Minha definição <em estado selvagem> de espécies não tem nada a ver com hibridização, é simplesmente um instinto impulsivo para manter separado, que sem dúvida será superado, mas até que animais sejam espécies distintas” (DARWIN, 2008, p. 289, 161e, tradução minha), isto é, como populações reprodutivamente isoladas. Darwin, assim como Buffon, não foi para muito além na forma de compreender espécies como populações isoladas que se reproduzem e tem-se a percepção disso em sua mudança de pensar o conceito de 1830 para 1859, mas não desenvolvendo-o.

As contribuições que anteriormente citei claramente não podem ser ignoradas, no entanto, deve-se reconhecer que o Conceito Biológico de Espécie como é atualmente conhecido e utilizado, só viria a ser delimitado pelo biólogo, historiador e filósofo da biologia Ernst Mayr em duas importantes publicações, quase um século mais tarde: “Species Concept and Definitions” em 1957 e “Species Concept and Their Application” em 1963. Mayr compreende espécies como “grupos de populações

naturalmente intercruzáveis que se reproduzem isoladamente de outros grupos de populações” (MAYR, 1963, p. 17, tradução minha).

O conceito biológico de espécie tem como cerne as relações genéticas entre as populações, tendo por finalidade destacar que espécies são compostas de populações zologicamente reais, as quais possuem coesão genética interna, resultado de um programa interno historicamente evoluído, do qual todos os membros da espécie compartilhariam. Ademais (MAYR, 1963, p. 17; 2005, p. 117), o conceito também implicaria que todos os membros de uma espécie constituem, primeiro, uma comunidade reprodutiva, segundo uma unidade ecológica, e terceiro, uma unidade genética.

Como comunidade reprodutiva os indivíduos de uma espécie se identificam, uns aos outros, como potenciais parceiros (mates), buscando uns aos outros com o objetivo de reprodução intraespecífica, essa que estará garantida por vários mecanismos protetores (mecanismos de isolamento). Enquanto que unidade ecológica é aquela que a despeito de sua composição individual irá interagir como unidade com outras espécies que compartilham o mesmo ambiente. Por último, unidade genética consiste no conjunto de genes que se intercomunicam, enquanto o membro da espécie possui o papel de ser um condutor temporário de uma pequena porção do conteúdo que compõem o patrimônio genético, por um curto e determinado período de tempo.

Mayr (1963, p. 17-18; 2000, p. 118) também aponta que a finalidade de uma espécie é proteger e conservar seu patrimônio genético. Em outras palavras, não haveria ganhos para a natureza na mistura de genes de duas espécies diferentes, uma vez que isso resultaria em combinações genéticas altamente desarmoniosas, sendo assim, existem mecanismos que impedem essa mistura que são favorecidos pela seleção natural. À vista disso, o termo “espécie” é um termo estritamente relacional, pois A só será uma espécie em relação a B ou C, se A for isolada reprodutivamente das outras duas.

Ainda, o conceito biológico de espécie é não dimensional (MAYR, 1963, p. 18; 2000, p. 162), isto é, aplica-se somente a populações que são simpátricas e sincrônicas – populações que coexistem em espaço e tempo – sendo a não aplicabilidade a populações que se distanciam em espaço e tempo uma aparente dificuldade ao conceito. Em outras palavras, não é possível aplicar o conceito

biológico a evidências fósseis de determinados organismos, e deste modo, delimitar se os organismos analisados pertencem ou não a mesma espécie; há uma distância temporal muito grande nesse caso.

Mayr (1963, p. 18) reconhece tal dificuldade, porém salienta que quanto mais distante espaço-temporalmente as populações estão, mais irrelevante é a aplicabilidade do conceito sobre essas populações. Por fim, (MAYR 2000, p. 17; 2005, p. 117), o status de uma espécie é determinado pelas populações e não pelos indivíduos (organismos) que a compõem, isto é, mesmo que haja ocorrência de um híbrido (fértil ou não) que seja resultado do cruzamento de indivíduos de populações de espécies diferentes, esse fato não colocaria em risco o status de uma espécie.

Há diversas objeções ao conceito biológico de espécie, dentre as quais estão as apontadas por Mishler e Donoghue (1982, p. 493) ao afirmarem que o conceito biológico fora amplamente testado em *Aves* e *Drosófilas*, grupos aos quais as descontinuidades na habilidade de cruzamento são relativamente completas, e que variações ecológicas e morfológicas coincidem com essa falta de reprodução. No entanto, há ainda necessidade de estudos mais aprofundados em outros animais e plantas, uma vez que não é universal a aceitação e aplicação do conceito biológico de espécie.

Mishler e Donoghue (1982, p. 494-495), apontam ainda que o conceito biológico de espécie é precisamente uma criação teórica que não possui relação específica para observar padrões de variações entre os organismos. Dito de outro modo, dada a diversidade existente e encontrada no mundo natural e o conceito biológico não compreender boa parte dessa diversidade ao explicar a natureza das espécies, não há nessa construção teórica uma real relação com as variações encontradas nos organismos.

Outra crítica, também por parte de autores como Dupré (1999, p. 6-7), Mayden (1997, p. 390-391) e Caponi (2013, p. 397), foi a de que o conceito biológico não se aplica aos organismos assexuados, pois a definição do conceito compreende somente organismos sexuais. Mayr (1963, p. 23; 1992, p. 229; 2000, p. 161-162) não considera um grande problema para o conceito biológico a inaplicabilidade a organismos assexuados, uma vez que esses organismos não formariam espécies, dado que não estruturam-se em populações, não estando sujeitos a recombinação gênica, pois seu acervo genético não possui mecanismos de isolamento e proteção

afim de manter-se harmonioso. Entretanto, Dupré, Mayden e Caponi, além de enfatizar essa dificuldade, também consideram que o conceito não faz jus a diversidade biológica existente no mundo natural ao não abarcar os organismos assexuados.

Por fim pode-se apontar outra falha ao conceito no que diz respeito à questão da hibridização (DUPRÉ, 1999, p. 7-8; MAYDEN, 1997, 390-391; CAPONI, 2013, p. 397-398; SIMPSON, 1951, p. 289), isto é, espécies não seriam totalmente isoladas reprodutivamente umas das outras, havendo alguns indivíduos de populações de espécies diferentes que se inter cruzam e geram híbridos férteis. Tal evento não ocorre somente em espécies incipientes, que podem ainda inter cruzarem-se, caso de populações que ainda estão sofrendo o processo de especiação¹⁰, mas também em espécies consideradas bem delimitadas, como quando indivíduos de populações das espécies *Ursus arctos*¹¹ e *Ursus maritimus*¹² cruzam-se, gerando *Ursus a.* × *Ursus m.*¹³.

Mayr buscou responder à algumas dessas objeções ao publicar “A Local Flora and the Biological Species Concept” em 1992. Segundo Mayr (1992, p. 228) a afirmação de que “o conceito biológico seria largamente testado em Aves e *Drosófilas*, mas necessita de aplicação e observação em outros grupos de animais e plantas, o que o torna pouco confiável” não é verdadeira, uma vez que o conceito biológico de espécie foi largamente testado em outros taxa, desde protistas a mamíferos, e apresenta dados que comprovam a sua afirmação. Além disso, entre as 607 espécies de Aves da América do Norte, apenas em uma delas não fora possível aplicar o conceito biológico de espécie. Uma similar universalidade também é encontrada em insetos, tanto que os dois maiores proponentes do BSC eram os entomologistas Karl Jordan e Edward Bagnall Poulton.

Mayr também afirma que Verne Grant em “The plant species in theory and practice” de 1957 analisou a validade do BSC (Biological Species Concept) em plantas e, mesmo embora que não tivesse analisado uma flora completa, encontrou, em um selecionado número de famílias, ao menos 50% de aplicabilidade do BSC. Outra

¹⁰ Formação de uma ou mais novas espécies, a partir de uma espécie existente. (DAINTITH; OWEN, 2004, p. 214)

¹¹ Urso-pardo

¹² Urso-polar

¹³ Urso-grolar

objeção que Mayr procura responder é a de que “o conceito biológico de espécie seria uma construção estritamente teórica e que não possuiria uma relação específica para observar padrões de variações entre os organismos (Mishler e Donoghue 1982, 492-493)”, afirmando que tal crítica não procede, pois, o conceito biológico de espécie foi desenvolvido por naturalistas que possuem ampla base empírica (Poulton, Jordan, Hartert, Stresemann, Dobzhansky e Mayr) que os fez possuir experiência tanto com espécies encontradas em campos como em museus. Ademais, ainda, segundo Mayr, autores que normalmente fazem essa crítica possuem pouca ou nenhuma experiência em campo com populações naturais, pois são lógicos, matemáticos, técnicos curatoriais ou estudantes de espécies assexuadas.

Por último (MAYR, 1992, p. 228), a crítica de que o conceito biológico de espécie seria impraticável por basear-se no critério de fertilidade, assim como o problema da hibridização entre as espécies, seria uma confusão feita com a palavra “isolamento reprodutivo”. Isto é, por muitos entenderem “isolamento reprodutivo” como sinônimo de infertilidade ou esterilidade, entenderiam que segundo o conceito biológico, boas espécies seriam formadas por grupos nos quais os indivíduos não poderiam reproduzir-se, uma vez sendo de espécies diferentes, pois seriam inférteis ou estéreis entre si. Porém, esterilidade e infertilidade são apenas umas de muitas formas de isolamento reprodutivo. E se um indivíduo de uma população da espécie X ocasionalmente reproduz-se com um indivíduo de uma população da espécie Y e gera um híbrido fértil, isso não significa que o status de espécie daqueles dois grupos está ameaçado, pois o status de uma espécie é definido em escala de populações e não em escala de indivíduos.

Considero algumas das respostas de Mayr às objeções que foram feitas ao conceito biológico de espécie insatisfatórias para justificar a adesão do conceito como explicação e definição para a categoria de espécie. Embora Mayr afirme que há dados que comprovem que o conceito biológico de espécie fora testado e é aplicável à maioria das espécies de Aves da América do Norte e dados que o conceito é altamente aplicável a Insetos, isso não responde à crítica de Mishler e Donoghue, mencionada acima. Pois uma vez que a objeção fora que o conceito foi testado largamente apenas em Aves e *Drosófilas*, esta última classificada como um gênero de insetos, seria mais conclusivo demonstrar os dados da aplicabilidade em grupos do reino animal, para

além de aves e insetos, isto é, organismos como mamíferos, répteis, anfíbios, artrópodes, entre outros.

É também insatisfatória a resposta dada por Mayr à objeção de Mishler e Donoghue (1982) de que “o conceito biológico de espécie é estritamente uma construção teórica e não possui uma relação específica para observar padrões de variações entre os organismos”. Mayr incorre em uma falácia ad hominem ao retorquir que isso não seria verdade porque ele teria elaborado seu conceito sobre uma ampla base empírica, através da experiência coletada com espécies em campo, bem como aquelas encontradas em coleções de museus. Diferentemente de seus objetores que não possuiriam a mesma experiência, tratando-se antes de lógicos, matemáticos, técnicos e estudantes que pesquisam espécies assexuadas. Aqui, Mayr não rebate os argumentos dos autores, ele ataca suas credenciais científicas, fazendo parecer que tais autores não teriam credibilidade para criticá-lo.

Considero satisfatória a resposta de Mayr de que a ocorrência de hibridização entre indivíduos de populações diferentes não fere a integridade das espécies às quais pertencem essas populações. Uma vez que há confusão, como Mayr (1992, p. 228) aponta, no que diz respeito ao significado do termo “isolamento reprodutivo”, pois esse não significa que organismos de espécies diferentes não possam, uma vez por outra, reproduzirem-se entre si. Deste modo, a hibridização de indivíduos pertencentes a populações de espécies diferentes não ocasiona problemas para a integridade das espécies, uma vez que não está considerando-se a nível individual mas sim, a nível populacional, e mesmo que haja hibridização entre alguns indivíduos, as populações mantêm-se integras devido as ferramentas de isolamento reprodutivo.

Por fim, Mayr afirma que organismos uniparentais não formam populações, pois são organismos que não estão sujeitos a recombinação gênica e seu acervo genético não está sujeito a mecanismos de isolamento e proteção afim de manter-se harmonioso. Afirmando, também, que a delimitação de tais organismos seria arbitrária devido a Transferência Genética Lateral que resulta na troca de material gênico entre populações de espécies diferentes. No entanto, pode-se colocar em dúvida essas afirmações de Mayr com recentes estudos. Dentre eles, Margaret A. Riley e Michelle Lizotte-Waniewski (2009, p. 3-5) apresentam a Hipótese do Genoma Central (Core Genome Hypothesis (CGH)), a qual aplica-se às espécies de bactérias.

Conforme a Hipótese do Genoma Central, há uma distinção entre a fração do genoma central, isto é, os genes do núcleo, que são compartilhados por todos os membros de uma espécie e a fração do genoma, denominada de auxiliar, que é encontrada em apenas um subconjunto da população. Segundo Riley e Lizotte (2009, p. 3), os genes do núcleo, codificam funções metabólicas essenciais de limpeza e processamento de informações, estando sempre presentes nas espécies e definindo as características específicas dessa. Estariam, também, presentes em todos, ou quase todos, os organismos de uma espécie, e possuem a função de seleção negativa removendo mutações deletérias e mantendo as funções existentes. Ao haver troca dos genes centrais entre espécies diferentes, eles sofreriam uma desvantagem evolutiva, pois, conseqüentemente, interromper-se-ia as funções co-desenvolvidas desses genes, fazendo com que tal transferência raramente sobreviva, o que também possibilita a divergência de uma espécie para outra.

Por sua vez, os genes auxiliares podem ou não estar presentes em uma cepa, e geralmente codificam vias bioquímicas suplementares, servindo na adaptação das cepas às pressões competitivas ou ambientes locais. São encontrados em apenas um subconjunto dentro da espécie, experimentam seleção positiva intermitente se sua função aumentar a sobrevivência em um ambiente variado e de constante mudança. Esses genes, ao serem trocados, geralmente proporcionam uma vantagem seletiva ao receptor, e quando tais transferências entre as espécies, são bem sucedidas e frequentes, limitam a divergência de genes auxiliares em relação ao núcleo (RILEY E LIZOTTE, 2009, p. 3).

Pode-se responder a Mayr no que diz respeito a sua afirmação de organismos assexuados não formarem populações e serem delimitados arbitrariamente, a partir do que foi dito acima, seguindo Riley e Lizotte, da seguinte maneira. Bactérias possuem acervo genético central básico que dispõe de mecanismos de isolamento que protegem esse acervo. Doutro modo, como já apontado, se houvesse troca dos genes que pertencem a esse acervo, entre espécies, haveria desvantagens evolutivas, ocasionando a não sobrevivência dessas trocas.

Tem-se, deste modo, um mecanismo de isolamento, proporcionado pela evolução, que impossibilita a troca e a perda do acervo correspondente aos genes centrais, mantendo esse acervo harmonioso. Uma vez que são esses os requerimentos de Mayr para que possa haver populações, então, as Bactérias, dentre

os organismos assexuados, formam populações. Pode-se, também, afirmar que formam espécies, uma vez que a partir dessa fração genômica central compartilhada por todos os organismos de uma espécie bacteriana, podemos divergir de uma espécie para outra, dado que é um acervo de genes que se conserva.

Em vista de todas as ponderações apresentadas acima, afirmo que um dos conceitos mais difundidos tanto na história da filosofia da biologia, o Conceito Biológico de Espécie, não parece ser um conceito apropriado para a definição da categoria de espécie.

Na próxima seção, aos mesmos moldes desta primeira seção, apresento e analiso criticamente o Conceito Evolutivo de Espécie, desenvolvido por George Gaylord Simpson (1951) e reformulado, mais tardiamente, por autores como Edward Orland Wiley (1978, 2000) e Richard Mayden (2000). Apresento objeções, bem como defesas ao conceito e um parecer sobre a adequação do conceito à definição da categoria de espécie.

2.2 CONCEITO EVOLUTIVO DE ESPÉCIE

O Conceito Evolutivo de Espécie, foi inicialmente desenvolvido por George Gaylord Simpson em 1951, e reformulado por Edward Orland Wiley em 1978, após várias objeções, foi novamente repensado por Edward Orlando Wiley e Richard Mayden em 2000. No que se segue, tratarei de maneira breve, o conceito nesses três momentos, bem como as objeções no que diz respeito a cada formulação, procurando analisar se o Conceito Evolutivo seria adequado para explicar a categoria de espécies.

Para George Gaylord Simpson (1951, p. 289), o critério genético (a continuidade ou ausência de reprodução entre aglomerados de indivíduos) de relações entre grupos, mesmo sendo importante, não possui o mesmo peso determinante, considerado por Mayr, para a conceituação de espécie. Dito de outro modo, o critério genético tem importância porque está relacionado a processos evolutivos, esses que dão origem a classificação de grupos. Deste modo, para Simpson, o que se segue não é um critério genético, mas sim evolutivo, pois uma espécie seria uma unidade básica evolutiva, ou melhor, em suas próprias palavras: “uma linhagem filética (sequência ancestral descendente de populações cruzadas) evoluindo independentemente de outras, com seu próprio papel evolutivo separado,

unitário e com suas próprias tendências – é a unidade básica da evolução. ” (SIMPSON, 1951, p. 289, tradução minha).

Ademais (SIMPSON, 1951, p. 289), muito da vagueza e das diferentes afirmações envolvendo o uso da definição genética, podem ser esclarecidas, se não totalmente, ao menos em sua maioria, pois o critério genético não é tomado como definitivo em si mesmo, mas como uma evidência de que a definição evolutiva é cumprida. Em outras palavras, o critério genético deixa de ser a característica definitiva para a classificação de espécie, uma vez que elas não serão mais explicadas como grupos que se reproduzem ou não. Deste modo, o critério genético, torna-se uma das evidências de que uma espécie é uma linhagem filética que evolui separadamente de outras linhagens filéticas, ou seja, uma das evidências da definição evolutiva.

Explicar espécies como “linhagem filética unitária de papel evolutivo separado”, isto é, uma *unidade evolutiva*, resolveria o problema da hibridização, pois de acordo com Simpson (1951, p. 290), tanto espécies de animais quanto espécies de plantas separam-se em unidades evolutivas diferentes. Deste modo, mesmo que houvesse reprodução entre indivíduos de espécies diferentes, não haveria problemas para classificar e delimitar essas unidades porque cada uma possui seu próprio papel e tendência, independente uma da outra.

Outros dois problemas encontrados no Conceito Biológico de Espécie são resolvidos quando o critério genético passa a ser evidência da definição evolutiva, tornando-se secundário: *a classificação dos organismos assexuais e das espécies não dimensionais*. No conceito biológico havia a dificuldade de classificar os organismos com reprodução assexuada pois sua própria definição requeria *reprodução sexuada*, o que não ocorre na definição evolutiva. Uma vez que é possível definir um certo grupo de organismos assexuados como uma linhagem filética com sua própria tendência e papel, evoluindo independente de outro grupo assexuado, esse problema deixa de existir. (SIMPSON, 1951, p. 290).

Encontrava-se, também, dificuldade para encaixar sob o escopo do conceito biológico as espécies não-dimensionais, isto é, grupos de populações restritos a um certo espaço e tempo. Esse problema também perde importância sob a definição evolutiva, pois aqui leva-se em consideração a história evolutiva de uma espécie, permitindo que não haja restrição de espaço-tempo presente em um grupo,

possibilitando assim, que haja comparação de espécies de um passado muito distante ou de espaços geograficamente muito afastados (SIMPSON, 1951, p. 290).

Por sua vez, Edward Orlando Wiley (1978) reformula o conceito evolutivo de espécie, fazendo pequenas mudanças na definição elaborada anteriormente por Simpson (1951). Conforme Wiley, uma espécie pode ser definida da seguinte maneira: “espécie é uma única linhagem de populações ancestrais descendentes de organismos que mantém sua identidade perante outras linhagens e possuem suas próprias tendências evolutivas e fatos históricos” (WILEY, 1978, p. 18, *tradução minha*).

Para Wiley (1978, p. 18), a mudança se justifica, pois embora ambas definições impliquem unidade – e confirmam a espécies um status de unidade mais inclusiva – sua definição não dá a entender que espécies devam mudar, diferentemente de Simpson, ao afirmar espécies “evoluem”. Deste modo torna-se mais adequada a afirmação que a linhagem “mantém sua identidade” do que afirmar que ela “evolui”. Uma vez que há casos de espécies que passam por uma fase de mudança evolutiva muito rápida, como também, há casos de espécies que passam por longos períodos sem mudanças, de sorte que um termo que denote mudança não satisfaz esses casos.

Ademais, a reformulação do conceito evolutivo de espécie é empiricamente adequada, defende, Wiley (1978, p. 19), permitindo que dela sejam derivadas hipóteses testáveis¹⁴, bem como, possui corolários que permitam que ele seja testado. Apresento abaixo alguns desses corolários:

Corolário 1: Todos os organismos presentes na biodiversidade, passados e presentes, pertencem a uma espécie evolutiva (WILEY, 1978, p. 19). É um corolário logicamente evidente, pois é possível observar que todo organismo pertence a uma linhagem, que inclui ao menos seus pais. Entretanto, as espécies evolutivas são diferentes das categorias superiores, pois as primeiras, são linhagens ou contínuos, enquanto as segundas são grupos de linhagens separadas ligadas por contínuos do passado (*past continuous*). Deste modo, as categorias superiores são construções

¹⁴ Wiley subscreve, aqui, uma concepção empirista de explicação científica advogada por Carl G. Hempel. Ver HEMPEL, 1965, p. 101-108.

históricas cuja existência depende como documentam o passado contínuo, enquanto as espécies são os próprios contínuos, extintos ou vivos.

Corolário 2: As linhagens evolutivas separadas (espécies) são reprodutivamente isoladas umas das outras, na medida em que isso é requerido para manter suas identidades, tendências e fatos históricos separados. Esse corolário abrange a definição do conceito biológico de espécie ao enfatizar o patrimônio genético de uma comunidade e o isolamento reprodutivo, pois critérios são inerentes ao conceito evolutivo de espécie. (WILEY, 1978, p. 20)

Corolário 3: O conceito evolutivo de espécie não exige que hajam diferenças morfológicas ou fenéticas entre as espécies, nem impede tais ocorrências. Qualquer investigador poderia subestimar ou superestimar o número de espécies evolutivas com base nas diferenças morfológicas e genéticas que essas poderiam ter. Isso porque alguns dados poderiam levar investigadores a concluir que duas populações pertencem à mesma espécie, mesmo quando isso não ocorre. É o caso de fósseis de espécies irmãs que devido a suas características muito próximas são consideradas membros de uma mesma espécie, mas quando em vida operaram como linhagens diferentes, ocasionando um número menor de espécies do que realmente existem. No entanto, isso não implica que características morfológicas ou genéticas não devam ser usadas, elas tornam-se fatores, junto com outros, como o fator geográfico, para auxiliar na determinação de uma espécie evolutiva. (WILEY, 1978, p. 20-21)

Corolário 4: Nenhuma presumida linhagem evolutiva, separada e única deve ser subdivida em uma série de espécies ancestrais e descendentes, segundo Wiley (1978, p. 21). Sendo prática comum de muitos autores¹⁵ subdividirem as linhagens em espécies afirmando que essa subdivisão evita uma infinita regressão na classificação. Para esses autores se partirmos do *Homo sapiens*¹⁶ e seguirmos uma linha para trás através do tempo, sem divisões dos organismos, chegaremos aos protistas, isto é, esta linhagem a partir do *Homo sapiens* abrangerá diversos organismos ao ponto de

¹⁵ Wiley cita especificadamente Simpson como um dos autores dessa prática. Para mais ver Wiley, 1978.

¹⁶ Humanos

chegar nos protistas e incluí-los na mesma linhagem. No entanto, tal abrangência de organismos diversos em uma mesma linhagem não ocorre, e não é necessário subdividir as linhagens em espécies para evitarmos. Não se faz necessário porque a evolução é composta de dois processos genealógicos, o contínuo que une toda a vida orgânica, e as pontuações desse contínuo, que produzem diversidade e deste modo, linhagens independentes.

No que diz respeito ao problema da delimitação das espécies alopátricas¹⁷ e das espécies assexuadas, Wiley procura também dar uma solução a partir do conceito evolutivo de espécie. De acordo com Wiley (1978, p. 22-23), tanto para espécies alopátricas, quanto para espécies assexuadas, o que determinará se duas populações pertencem ou não à mesma espécie é a falta de diferenciação entre elas. Isto é, não haver, entre essas duas populações, evidências que corroborem que elas possam ter atingido um ponto de divergência que as façam ter seguido caminhos evolutivos diferentes.

Deste modo, quando não houver pontos de divergência entre duas populações, poderíamos concluir que elas pertencem à mesma linhagem. No caso de espécies como *Gulo gulo*¹⁸ e *Gulo gulo luscus*¹⁹, acreditava-se que podia-se considerá-las como populações da mesma espécie, segundo Wiley, (1978, p. 23), uma vez que se supunha que quando fossem retiradas as barreiras geográficas essas populações se reproduziriam entre si. Entretanto, essa suposição não é satisfatória pois não se pode utilizar dados de eventos que ainda poderiam acontecer para corroborar uma hipótese, deste modo são ainda consideradas populações de linhagens diferentes, sendo assim, espécies diferentes. Do mesmo modo, não é razoável o argumento que poderia ocorrer migração que manteria as populações em contato, pois não há evidência da ocorrência dessa migração. Sendo assim, o modo mais adequado de avaliar se as duas populações de glutões pertencem ou não à mesma espécie é verificando se há divergências entre elas que possam garantir que elas tomaram caminhos evolutivos diferentes e pertencem à linhagens diferentes.

Diversas críticas foram feitas à formulação e reformulação do Conceito Evolutivo de Espécie feitas por Simpson (1951) e Wiley (1978), respectivamente.

¹⁷ Duas ou mais populações relacionadas que são incapazes de se reproduzir devido à separação geográfica (LAWRENCE, 2008, p. 24)

¹⁸ Glutão da Sibéria

¹⁹ Glutão da América do Norte

Dentre os que apontaram problemas estão Ernst Mayr e Alan Templeton. Ernst Mayr (2005, p. 122) afirma que uma espécie '*evoluir*' não serve como critério de espécie, uma vez que outras entidades vivas, como é o caso de populações, grupos de espécies e taxa superiores monofiléticos, também são produtos da evolução. Ademais (MAYR, 2005, p. 122) não há como determinar se cada população possui "seu próprio papel evolutivo e suas próprias tendências".

Alan Templeton (1992, p. 160), por sua vez, destaca que o Conceito Evolutivo falha ao orientar quais seriam as características mais importantes a serem consideradas na delimitação de um táxon de espécie, oferecendo pouca ou nenhuma dessas indicações. Assim como, não se pode julgar o que se entende por '*destino evolutivo em comum*', isto é, não há uma explicação ou indicações, por parte de Simpson ou Wiley, de como deveria ser feito esse julgamento. Ainda, (TEMPLETON, 1992, p. 160), as definições conceituais baseadas no critério de evoluir não seriam mecanicistas, tratando-se apenas da manifestação da coesão e não fornecem os mecanismos evolutivos responsáveis por essa coesão.

Outra tentativa de reformulação do Conceito Evolutivo de Espécie fora feita por Edward Orlando Wiley e Richard Mayden (2000, p. 70-89). De acordo com a versão de Wiley e Mayden (2000) pode-se caracterizar espécie como "Uma entidade composta de organismos que mantém sua identidade diante de outras entidades, através do espaço-tempo e possui seu próprio destino evolutivo independente e suas tendências históricas." (MAYDEN e WILEY, 2000, p. 73, tradução minha).

Seguindo essa formulação, espécies podem ser entendidas conforme algumas das concepções abaixo:

1. Indivíduos lógicos; possuem origem, existência e fim (extinção). (MAYDEN e WILEY, 2000, p. 74)
2. Espécies evolutivas são entidades tokogenéticas que funcionam em um sistema filogenético analogamente a entidades filogenéticas, isto é, clados. Dito de outro modo, espécies são compostas de partes (organismos individuais) ligadas por reprodução e manifestam-se por tokogenia. (MAYDEN e WILEY, 2000, p. 74)
3. São processos históricos; a partir de ferramentas²⁰ que possibilitaram mapear espécies como linhagens, a fim de retratar as relações de umas com as outras fora

²⁰ Processo feito a partir de gráficos. (MAYDEN e WILEY, 2000, p. 74)

possível concluir que essas são processos históricos. (MAYDEN e WILEY, 2000, p. 74)

4. Há relações tokogenéticas²¹ em organismos sexuais assim como em organismos assexuais. Do mesmo modo que os organismos multicelulares, organismos individuais são compostos de clones tokogenéticos que descendem de um único ancestral. Espécies assexuais originam organismos tokogenéticos idênticos a si mesmas, tal como ocorre com o processo de mitose nos organismos multicelulares, visto que em ambos os casos há processos de reprodução. E igualmente aos organismos multicelulares, que apresentam coesão entre suas partes por intermédio de fluxo gênico, os organismos individuais possuem coesão entre suas partes através da adesão celular. (MAYDEN e WILEY, 2000, p. 75)

5. Mantém sua identidade em relação a outras linhagens; uma espécie manter sua identidade em relação a outras espécies não significa uma relação tipológica de similaridade entre essas espécies, mas sim, uma relação de individualidade de uma para outra. É o caso em que espécies podem ser temporariamente alopátricas ou mesmo aparentar alopatria, entretanto, depois de algum tempo há uma reestruturação da simpatria²² e das relações tokogenéticas dessas espécies, o que demonstra que não houve separação de identidade entre elas. (MAYDEN e WILEY, 2000, p. 75)

6. Linhagens independentes e individuais; ser compreendida como linhagem independente significa que uma espécie possui suas próprias tendências, sendo livre para variar e evoluir separadamente de suas espécies irmãs. Uma vez que possuem suas próprias tendências, variam e evoluem, espera-se, no nível empírico, que sejam descobertas as diferenças entre as linhagens que são as marcas de sua independência. (MAYDEN e WILEY, 2000, p. 75)

7. Próprio destino evolutivo; significa que espécies são entidades com realidades objetivas e não conceitos abstratos criados por nossa imaginação. (MAYDEN e WILEY, 2000, p. 75-76)

O Conceito apresentado por Wiley e Mayden mantém-se problemático, principalmente, no que diz respeito à vagueza relacionada a termos específicos em

²¹ Relações genéticas entre os indivíduos, os descendentes e os ascendentes de primeiro grau desses indivíduos. (HENNIG, 1966, p. 65)

²² Espécies relacionadas que são capazes de cruzarem-se e não estão isoladas geograficamente, mas não efetuam o cruzamento por diversos fatores, como: diferenças de comportamento, estação de reprodução, etc. (DAINTITH; OWEN, 2004, p. 214-215)

sua definição, bem como uma caracterização que proporcione uma maior operacionalidade em sua aplicação. No item 6 é possível encontrar um desses problemas de vagueza, na tentativa de explicar o uso do “mantém sua identidade” na definição caracterizada, Wiley e Mayden a justificam afirmando que significaria que cada espécie, manteria, diante uma da outra, sua individualidade. No entanto, bem como ocorreu com o termo “identidade”, não há explicação, por parte dos autores, no que consistiria a “individualidade” defendida por eles. Ocorre o mesmo no item 7, não há explicação do que seriam as “próprias tendências” das linhagens, deixando sem significado e indeterminado o que se quer dizer com isso.

Ademais, a falta de caracterização dos termos acima impossibilita que eles possam ser operacionalizados, isto é, utilizados como ferramentas para delimitar os taxa de espécie. Dito de outro modo, uma vez que não há como saber o que significa possuir “suas próprias tendências”, não há como reconhecer, em nível empírico, as diferenças entre linhagens, que se manifestariam por essas tendências, pois não se sabe bem o que são. Não há caracterizações que orientem a reconhecer as tendências de cada linhagem, tornando assim o conceito pouco operacional para a delimitação dos taxa de espécies na natureza.

Embora o Conceito Evolutivo de Espécie seja um conceito no qual traz uma definição à categoria de espécie de uma forma a abranger todos os organismos naturais – diferente do Conceito Biológico de Espécie que exclui organismos assexuados – é necessário reconhecer-se que sua vagueza é um problema na estrutura de conceitos de espécies monistas. Uma vez que esses últimos requerem por uma definição e nela um critério que possibilite a delimitação de grupos de espécies na natureza, e o Conceito Evolutivo não oferece esse critério, então ele não se adequa, à primeira vista, para uma definição da categoria de espécie.

Na seção a seguir concluo minha análise crítica dos conceitos monistas de espécies selecionados para este texto. No que diz respeito a este último conceito, o Conceito Ecológico de Espécie, assim como nos anteriores, após apresentá-lo, irei expor objeções, uma possível alternativa a essas e arguir sobre a adequabilidade deste para a categoria de espécie.

2.3 CONCEITO ECOLÓGICO DE ESPÉCIE

A formulação do Conceito Ecológico de Espécie por Leigh Van Valen (1976, p. 233-239) é uma tentativa de tornar mais preciso o Conceito Evolutivo de Espécie de George Gaylord Simpson (1951) e uma busca de distanciamento do Conceito Biológico de Espécie delimitado por Ernst Mayr em (1963). Propósitos que podem ser observados nos seguintes princípios adotados por Van Valen (1976, p. 233): i) A relevância dos genes para a evolução é menor do que se via no conceito biológico de espécie, uma vez que os genes possuem o mesmo peso que todas as outras moléculas possuem ii) O controle evolutivo, assim como, de desenvolvimento individual, é largamente ecológico iii) A seleção age primeiro nos fenótipos²³, sendo esses os “blocos de construção” das comunidades.

Diante disso, espécie é “Uma linhagem (ou um conjunto intimamente relacionado de linhagens) que ocupa uma zona adaptativa minimamente diferente de qualquer outra linhagem em sua área de distribuição e que evolui separadamente de todas as outras linhagens fora da sua área de distribuição” (VALEN 1976, p. 233, tradução minha). Por *linhagem*, Valen (1976, p. 234), entende como uma sequência de clones ou uma sequência de populações ancestrais ascendentes, isto é, grupos de organismos em que se relacionam mais regularmente com organismos que fazem parte dos mesmos grupos do que organismos pertencentes a grupos diferentes. Ademais, as linhagens estão proximamente relacionadas quando ocupam a mesma zona adaptativa desde seu último ancestral ascendente, ou, se houver mudanças nas zonas adaptativas das linhagens elas continuarão próximas se as novas adaptações tiverem sido transferidas entre as linhagens em vez de surgir separadamente em cada uma delas.

Por sua vez, *zona adaptativa*, pode ser compreendida, conforme aponta Valen (1976, p. 234), como parte do meio ambiente que é distinta da vida do táxon que pode ocupa-la e existe de forma independente dos habitantes que ela possa ter. Também é o caso da zona adaptativa possuir barreiras naturais fixas pré-existentes e mantê-las independentemente das espécies que ali se encontram, ou ainda, pode ocorrer que não haja barreiras naturais pré-existentes em uma zona adaptativa mas acabem por

²³ Características observáveis dos organismos que são determinadas pela interação do genótipo (composição genética de um organismo) com o ambiente. (DAINTITH; OWEN, 2004, p. 99; p. 176)

serem impostas por espécies ali existentes. Por fim tanto o alcance das zonas adaptativas quanto o alcance evolutivo de cada linhagem é, tanto geográfico, quanto temporal.

As críticas feitas ao Conceito Ecológico de espécie foram várias. Para Ernst Mayr (2005, p. 122) não há operacionalidade no conceito ecológico pois a maioria das populações de uma mesma espécie não ocupam o mesmo nicho, portanto, a definição de Van Valen nos induziria a classificar como espécies diferentes, populações de uma mesma espécie, por essas ocuparem diferentes nichos, embora outros critérios indiquem o Cichlidae²⁴ que diferenciam-se até dentro do mesmo único conjunto de filhotes dos mesmos pais e espécies simpátricas que dividem o mesmo nicho.

Edward Wiley (1978, p. 24) também faz observações sobre o conceito ecológico, apontando que é plausível duas espécies compartilharem o mesmo nicho contanto que haja recursos para ambas, bem como a definição ecológica, devido a competição interespecífica entre as espécies, pode conduzir a uma subestimação dos graus de extinção.

Por sua vez, para Elliott Sober (2000, p. 160), não há clareza quando duas populações estão sob um mesmo regime seletivo ou vivendo sob uma mesma zona adaptativa. Em outras palavras, não está claro o que Van Valen entende por zona adaptativa ou regime seletivo, dado que há populações pertencentes a uma mesma espécie que vivem em zonas adaptativas diferentes e conseqüentemente regimes seletivos diferentes. Do mesmo modo que há populações que pertencem a espécies diferentes que vivem sob zonas adaptativas similares e confrontam-se, assim, com regimes seletivos similares. Dessa forma, não fica claro como a divisão de organismos, entendida pelo mesmo nicho ecológico, seria organizada, dado que espécies não equivalem a nichos.

Por fim, Niles Eldredge (1996, p. 189), pontua que não são espécies que possuem nichos, mas populações, uma vez que, múltiplas populações, de espécies diferentes, podem ocupar um mesmo nicho. Portanto, a não ser que uma espécie seja sabidamente monotípica – composta de apenas uma população – e está ocupe um dado nicho ecológico, espécie não ocupam nichos.

²⁴ Famílias de peixes de água doce

Uma tentativa de resgatar e reutilizar o Conceito Ecológico de Espécie fora feita por Lennart Andersson em “The driving forces: species concepts and ecology” em 1990. Andersson, neste artigo, define espécies como: “grupos de indivíduos em um espaço multidimensional, onde cada dimensão marca uma linha divisória característica. Cada grupo é separado de outro grupo por interespaços vazios” (1990, p. 375, tradução minha).

É necessário esclarecer que o conceito aqui apresentado é um conceito de natureza fenética, pois, de acordo com Andersson (1990, p. 375-376), espécie é uma categoria de grupos de organismos que são internamente contínuos e externamente discretos. Além disso, a especiação seria a causa dessa descontinuidade entre os grupos de organismos, e os demais conceitos de espécies, que não o fenético que tem função de definir a categoria de espécies, servem para circunscrever essas descontinuidades. Isto é, conceitos como o conceito biológico de espécie, o conceito evolutivo de espécie, e o conceito ecológico de espécie, não são adequados para definir a categoria de espécie, e sim explicar a especiação que ocorre nas espécies.

Essa inadequação ocorre porque os conceitos citados anteriormente incluem critérios que são relativos à gênese ou a função das espécies e devem ser vistos como a natureza verdadeira ou biológica das espécies, sendo a finalidade desses conceitos elucidar como ocorre a compartimentação dos aglomerados fenéticos. Andersson (1990, p. 377) chama os conceitos biológico, evolutivo e ecológico de hipóteses, pois seriam modelos para esclarecer a especiação e não serviriam para definir uma espécie.

Desses modelos explicativos para a especiação, o mais apropriado, seria o conceito ecológico de espécie, pois é o único conceito que pode explicar a especiação abrangendo todos os tipos de organismos, assim como possui potencial para úteis e testáveis hipóteses sobre leis de diversidade no mundo orgânico, fornecendo ao taxonomista²⁵ um novo critério praticável.

Abaixo exponho as quatro consequências do uso do conceito ecológico de espécie como modelo para compreender a especiação: No que se refere às espécies

²⁵ Andersson tem como objetivo nesse artigo apontar um critério que auxilie os taxonomistas na delimitação de espécies, pois o critério fenético não é suficiente, porém não entrarei em detalhes no objetivo dele, pois o foco é analisar o uso dado ao conceito ecológico de espécie.

na dimensão de tempo e espaço; no julgamento taxonômico; na hibridização e introgressão; e por último, na diversidade.

Espécies na dimensão de tempo: Na dimensão de tempo as espécies só podem ser definidas arbitrariamente ou com referência a compartimentos limitados pelos conjuntos contemporâneos de organismos. Dessa forma, se organismos ancestrais estão dentro do mesmo compartimento de espaço de carácter dos organismos atuais, então eles pertencem à mesma espécie. Segundo Andersson (1990, p. 378-379) mesmo as espécies definidas sob o PSC (conceito filogenético de espécie) possuindo dimensão de tempo, é pouco decidível até onde elas se estendem. Ao fazer uso do conceito ecológico de espécie como modelo para analisar uma espécie na dimensão de tempo é de se esperar que a inatividade de uma espécie persista enquanto fatores externos, bióticos e abióticos, mantenham-se os mesmos, enquanto, a especiação ocorra de tempos em tempos com a mudança ambiental.

Julgamento taxonômico: O critério ecológico não pode ser usado para definir espécies individuais, mas serve como modelo para explicar a especiação, pois, segundo Andersson (1990, p. 379), parece justificável usar as demonstráveis diferenças dos habitats como critério decisório para dar ou não reconhecimento a um dado morfotipo taxonômico no qual o critério fenético não é conclusivo. Um exemplo plantas do gênero *Taraxacum* que na Escandinávia é representado por mais de mil morfotipos constantes e diferentes, como um caso onde é necessário o uso de parâmetros habitacionais para a determinação dessas espécies. Outro caso é o de plantas do subgênero *Maranta* que após o uso do critério ecológico teve uma elevação do número de espécies de cinco para dezesseis. É o caso de *Maranta gibba* e *Maranta protracta* são espécies que parecem requerer habitats similares, mas são alopátricas. *Maranta rupicola*, por sua vez, é em parte simpátrica com *Maranta protracta* e *Maranta divaricata*.²⁶

Hibridização e Introgressão: Visto que a ênfase primária do conceito ecológico de espécie é a adaptação e seleção, o valor adaptativo de gene ou do complexo genético possui pouca relevância. Conforme Andersson (1990, p. 380), ao surgirem novos habitats, esses serão ocupados por organismos que encontrarem a maneira menos onerosa de conseguir combinações de genes adaptativos. Esse

²⁶ Para ver mais sobre tais casos ver Andersson, 1990, pag. 379.

objetivo é alcançado, na maioria das vezes, por meio de empréstimo de genes por introgressão²⁷ ou por hibridização acoplada com agamospermia²⁸ ou poliploidia²⁹. Como resultado disso, sob o conceito ecológico de espécie, a hibridização ou a introgressão não é vista como uma anomalia como no caso do conceito biológico de espécie, mas sim como uma ferramenta adaptativa.

Diversidade: Segundo Andersson (1990, p. 380-381), não há evidências que comprovem as afirmações baseadas no conceito biológico de espécie e no conceito evolutivo de espécie de que a diferença entre a diversidade de espécies em um habitat para outro dá-se, ou através de baixos índices de extinção de espécies que ocupam um certo habitat, ou de oscilações climáticas ocorridas no período do Pleistoceno³⁰.

Entretanto, existem várias evidências que sugerem que a diversidade de espécies em um determinado ambiente depende dos seguintes fatores: energia solar, temperatura média anual, precipitação média anual, sazonalidade, elevação, e disponibilidade de nutrientes. Entre os fatores anteriores, os mais importantes são sazonalidade e elevação, uma vez que a quantidade de energia disponível encontra-se entre o principal fator, enquanto os outros limitam a utilização dos recursos existentes.

O uso do conceito ecológico de espécie como modelo de especiação não me parece satisfatório, mesmo esse sendo utilizado como uma forma de ferramenta ao conceito fenético de espécie. Andersson me parece cometer o mesmo erro que Van Valen, apontando por Eldredge (1996), entendendo que espécies diferentes são separadas por habitats diferentes ao invés de populações. Deste modo, utilizar o conceito ecológico, sem apontar que o que ocupam habitats diferentes são populações e não espécies, acaba repetindo problemas anteriores.

Ademais, não é a espécie que sofre a especiação, e sim uma população desta espécie, deste modo, explicar a especiação por um conceito que ainda fundamenta que espécies ocupam nichos, me parece estranho. Deixe-me esclarecer o que quero

²⁷ Introdução de novos genes, alelos ou recombinação de traços dentro de uma população através de fontes externas. (MAI, et al. 2005, p. 211)

²⁸ Processo reprodutivo em plantas que se assemelha à reprodução sexuada, mas que não há fusão de gametas. (HINE,; MARTIN, 2008, p. 51)

²⁹ Condição em que uma célula ou um organismo contém três vezes ou mais o número de cromossomos. Poliploidia é comum em plantas (...) e raras em animais (...). (DAINTITH,; OWEN, 2003, p. 185-186)

³⁰ Período glacial e pós glacial que data entre 2 milhões e 10.000 anos atrás (LAWRENCE, 2008, p. 516)

dizer: Se são populações que ocupam nichos e não espécies, e também é a partir de uma população que ocorre a especiação, porque devo considerar a utilização de um conceito que explique a especiação a partir da espécie separada por habitat e não somente em vista da população separada, uma vez que são as populações que ocupam nichos? Não parece adequado, deste modo, a utilização do conceito ecológico de espécie, como uma forma de elucidar a especiação.

Também considero falha da parte de Anderson considerar a característica genética pouco ou completamente irrelevante, mesmo concordando com sua não exclusividade em uma análise acerca de delimitação de espécies, bem como, discordo da afirmação feita pelo autor que uma espécie estende-se até haver uma modificação ambiental, isto é, não irá sofrer especiação sem que haja tais modificações. A especiação simpátrica³¹ (FUTUYAMA, 2005, p. 393) pode ser o caso em que haja uma mutação genética dentro de uma mesma população, levando a uma separação dessa população entre dois grupos que tornam-se isolados reprodutivamente, ou mesmo a extinção de um desses, se houver competição entre eles, devido a essa mutação, sem que haja modificação ambiental.

Deste modo, há uma grande relevância no aspecto genético e não somente no aspecto ambiental, isto é, no espaço geográfico em seu entorno. Ainda, não está claro como seria possível chegar-se à conclusão de que uma espécie estende-se até haver modificação ambiental, até porque não necessariamente tem de haver modificações em um ambiente para haver especiação. Isso pode ocorrer devido a uma mutação genética dentro de uma mesma espécie que gere indivíduos mais adaptáveis a um mesmo ambiente do que outros e que acabem por competir por recursos, levando à extinção dos que não possuem a mutação. Sendo assim, apenas com evidências de mudanças ambientais ao longo das eras não é possível determinar até onde estende-se uma espécie.

Entender a característica genética de uma espécie como irrelevante também vem a ser uma falha de Andersson, a mesma que Van Valen cometeu. Pois como é possível observar, acima, uma mutação pode ocorrer, seja através do cruzamento entre organismos na reprodução sexuada, ou mesmo na reprodução assexuada,

³¹ Há uma discussão em torno deste modo de especiação. Autores como Ernst Mayr criticam sua existência enquanto podemos ver em Futuyama casos que mostram situações de simpatria. Para ver mais sobre consultar Futuyama (2005, pg. 393-396)

através de clones de um organismo apenas, podendo ser uma característica bastante importante no momento de delimitarmos até onde as espécies podem estender-se no tempo.

Em vista do que foi dito até aqui, o conceito ecológico de espécie, seja em sua formulação original, ou na tentativa de resgate e utilização desse como modelo explicativo para especiação, feita anos mais tarde, não se mostra satisfatório, pelos motivos já arrolei anteriormente.

3 CONCEITOS PLURALISTAS DE ESPÉCIES

Visto que abordagens monistas não podem ser consideradas adequadas para explicar a categoria de espécie, abordagens pluralistas surgem como alternativas possíveis para cumprir essa tarefa. Defesas pluralistas acerca de como definir a categoria de espécie assumem que dois ou mais conceitos são necessários para a explicação e/ou classificação de organismos. Deste modo, encontra-se versões de pluralismos por parte de diversos autores como Philip Kitcher (1984), Brent D. Mishler e Robert N. Brandon (1987), Richard A. Richards (2010, 2016), Marc Ereshefsky (1992, 2004, 2010), entre outros³².

Neste capítulo apresentarei as abordagens pluralistas de Richards e Ereshefsky em 3.1 *Pluralismo Hierárquico* e 3.2 *Pluralismo Eliminativista*, respectivamente. Richards (2010, 2016) assume um pluralismo hierárquico no qual a categoria de espécie pode ser explicada somente por um conceito, o *Conceito Evolutivo de Espécie*, mas para que haja a delimitação dos organismos é necessário o emprego de mais conceitos denominados como *Conceitos Operacionais*. Por sua vez, Ereshefsky (1992, 2004, 2010) defende no *Pluralismo Eliminativista* que a categoria de espécie é heterogênea, sendo essa explicada a partir de três abordagens diferentes – *Reprodutiva, Ecológica e Filogenética* – que podem classificar, ao mesmo tempo, um mesmo organismo ou um mesmo grupo de organismos.

Após expor as abordagens Pluralista Hierárquica e Pluralista Eliminativista, arrolo em 3.3 *Diferenças entre organismos Eucariontes e organismos Procariontes e Vírus: problemas à existência da categoria de espécie* as dificuldades apresentadas, pelos próprios autores Richards e Ereshefsky, às abordagens até então propostas por eles. Os obstáculos, aparentemente, parecem irreversíveis à definição de espécie, bem como a existência da categoria de espécie como uma categoria natural. Dentre essas dificuldades darei uma maior atenção à *Transferência Genética Horizontal (TGH)*, está que ocorre dentro da grande maioria de organismos procariontes e vírus.

Meu interesse à TGH dá-se devido a considerá-la como principal causa tanto para o problema da definição da categoria de espécie, quanto para a possibilidade da existência natural dessa categoria. Deste modo, preparo o leitor, ao final deste capítulo

32 Para ver mais sobre pluralistas Mayden (1997) e Richards (2016)

3, para o tema de meu capítulo 4, a solução do problema para Transferência Genética Horizontal, o que possibilitará considerar a categoria de espécie como uma categoria natural, como também dará maior tranquilidade para a defender o Pluralismo Hierárquico de Richards como a abordagem mais adequada para explicar a definição da categoria de espécie.

3.1 PLURALISMO HIERÁRQUICO

O pluralismo hierárquico de Richard A. Richards (2010) tem como fundamentação a teoria da *consiliência das induções* de William Whewell; peço licença ao leitor para apresentá-la de forma breve. Whewell (RICHARDS, 2010, p. 126-128) concebe ‘ideia’³³ como lei do pensamento, uma vez que podem orientar a refletir sobre fenômenos e organizá-los, sendo tomadas como base para a indução³⁴, que aqui passa a ser entendida como superindução (superinducement), isto é, aplicação de uma ideia geral sobre certos fenômenos.

Um exemplo da ‘ideia’ compreendida como lei do pensamento, orientando a refletir e mensurar um fenômeno, é a ideia de *gravidade* aplicada como uma força centrípeta inversa ao movimento planetário e à descida das pedras sobre a terra. Ademais, a ideia de gravidade possui uma particularidade muito interessante, visto que ela une fenômenos como órbitas planetárias, queda de objetos na terra e, ainda, as marés. Tal união dá-se por meio da *consiliência de induções* que ocorre mediante dois processos: coligação de fatos e explicação das concepções.

As ideias que coligam os fatos são desenvolvidas por intermédio de um processo de clarificação e desenvolvimento, ou “explicação”. Para Whewell, conforme Richards (2010, p. 128), cada domínio da ciência possui uma ideia fundamental, no caso da mecânica era a força, à medida que na química era a substância, e na biologia a ideia fundamental era a vida. A “função” das ideias fundamentais é orientar as especulações e inventos de novas concepções, ou melhor, a partir da explicação de

³³ A noção de ‘ideia’ apresentada por Whewell origina-se a partir de um sistema de denominado por ele de antítese fundamental, o qual seria a base de todo conhecimento. Das três antíteses fundamentais, ‘pensamentos’ e ‘coisas’, ‘fatos’ e ‘teorias’, e ‘sensações’ e ‘ideias’, as últimas seriam as mais importantes e seriam aplicáveis às ciências. Para ver mais sobre esse assunto ver Richards (2010)

³⁴ Indução é geralmente entendida como uma generalização a partir de fatos particulares, uma inferência. (AUDI, 2015, p. 507)

uma ideia fundamental, que inicialmente pode ser vaga e confusa, esclarecendo-a cada vez mais, atinge-se uma concepção.

Ainda, é um pré-requisito do progresso científico o 'esclarecimento' e a 'explicação', por meio da prática científica, de ideias fundamentais, transformando-as em concepções claras e que sejam apropriadas ao assunto. Isto é, concepções devem estar de acordo com os fatos empíricos sobre os fenômenos, as exigências de um quadro teórico abrangente e as ideias fundamentais do domínio relevante.

Richards abordará o conceito de espécie mediante a aplicação da consiliência defendida por Whewell. Quer dizer, com base em uma ideia fundamental que coliga os fatos, dentro de um framework abrangente, que no caso das espécies, é a teoria da evolução. Isto posto, de acordo com Richards (2010, p. 130), há duas maneiras de aplicar consiliência a conceitos de espécies:

a) *Aplicar a consiliência de modo a compreender os conceitos de espécies como equivalentes.*

Não é um método efetivo (RICHARDS, 2010, p. 130), uma vez que uma espécie delimitada pelo conceito biológico dificilmente será igual a uma espécie delimitada pelo conceito morfológico. Ocorre, deste modo, a proliferação dos conceitos de espécies, e não a unificação desses – os quais, aqui, comportam-se como fenômenos empíricos que são coligados por uma regra, por meio de consiliência – abalando o princípio da consiliência.

b) *Ou, aplicar-se a consiliência a conceitos de espécies utilizando o modelo de hierarquia de conceitos por Mayden (1997).*

Diferentemente da anterior, Richards (2010, p. 130) considera essa proposta promissora. Uma vez que o modelo de hierarquia de conceitos é fundamentado na concepção de que existem diferentes tipos de conceitos: os conceitos teóricos (conceitos primários) que possuem a função de explicar que tipo de coisas as espécies são, e os conceitos operacionais (conceitos secundários) que orientam como podemos identificar as espécies. Entretanto, não é possível empregar noção de consiliência para conceitos operacionais, sendo conveniente a aplicabilidade somente para conceitos teóricos. Isto ocorre porque em uma hierarquia de conceitos, mesmo que os conceitos operacionais venham a coligar fatos, eles serão coligados por um conceito mais básico e primário, o conceito teórico.

Exemplos disso são conceitos de espécie como o Conceito Biológico de Espécie, o Conceito de Agamoespécie, e o Conceito Morfológico de Espécie, que são compreendidos como conceitos operacionais. O Conceito Biológico de Espécie coligaria fatos apenas sobre espécies formadas por organismos sexuados, enquanto o Conceito de Agamoespécie coligaria fatos apenas de espécies formadas por organismos assexuados. Por sua vez, o Conceito Morfológico de Espécie coligaria fatos de espécies formadas por similaridades entre os organismos, no entanto, há organismos não similares dentro de uma mesma espécie. Esses três conceitos seriam eles, também, coligados, através de superindução, por um conceito mais básico – o Conceito Evolutivo de Espécie – de Mayden (RICHARDS, 2010, p. 131).

A fim de entender como aplicar-se a consiliência das induções ao conceito teórico, apresento a seguir, o exame de Richards (2010, p. 132), ao quadro teórico evolutivo e como as informações proporcionadas podem ser empregadas.

Dentro do quadro teórico evolutivo espécies apresentam duas dimensões: dimensão diacrônica e dimensão sincrônica. A dimensão diacrônica é a dimensão histórica (temporal) das espécies, uma vez que são entidades que originam-se, adaptam-se (sofrem seleção natural), e extinguem-se. Por sua vez, a dimensão sincrônica remete-se as relações que as entidades que fazem parte das espécies mantêm em um dado momento de sua existência: se compartilham similaridades, possibilidades de intercruzamento, dominam nichos ecológicos, variam geograficamente, constituem patrimônio genético, dispõem de uma variedade de estruturas sócias, e ocorrem simultaneamente.

Para Richards (2010, p. 132), um conceito teórico adequado, que compreende essas duas dimensões pode ser encontrado no Pluralismo Hierárquico de Mayden, a partir do Conceito Evolutivo de Espécie. Mayden (RICHARDS, 2010, p. 132), ao conceituar espécie como “uma linhagem de populações ancestrais descendentes” com um distinto “papel evolutivo”, uma distinta “tendência evolutiva” e um “distinto destino histórico” satisfaz a dimensão diacrônica e sincrônica. Isto é, Mayden, ao entender as espécies como uma linhagem histórica conectada por relações ancestrais descendentes, reflete a dimensão diacrônica, e ao compreender espécies como linhagens de populações representa a dimensão sincrônica.

Essa maneira de compreender o conceito evolutivo de espécie traz consigo algumas questões: o que são essas populações e como são suas relações ancestrais

descendentes? O que é linhagem? O que significa papéis e tendência distintos? O que é destino histórico? Segundo Richards (2010, p. 132), essas questões estão buscando por uma clarificação do conceito, e suas respostas, que serão dadas pela teoria da evolução, trarão consigo a oportunidade de clarificar e desenvolver o Conceito Evolutivo de Espécie.

“Genética populacional, por exemplo, tem muito a dizer sobre o que uma população é. Ecologia também pode ter algo a dizer sobre papéis evolutivos em termos de nichos ecológicos. Evolução do desenvolvimento pode muito bem ter algo a dizer sobre as tendências evolutivas em termos de restrições do desenvolvimento. Teorias da macroevolução podem ter implicações também aqui, respondendo questões sobre fatos históricos. (RICHARDS, 2010, p. 133, tradução minha)

Há dois pontos a favor nos modos de explicar o Conceito Evolutivo de Espécie, representados na citação acima: Significância Teórica e Vagueza. O conceito é significativamente teórico por encaixar-se e comprometer-se com a teoria evolutiva de diversas maneiras. E é vago por não explicar termos como ‘tendência’, ‘fatos’, e ‘papéis evolutivos’, possibilitando que seja um conceito universal e aplicável a todos os organismos.

A conexão do conceito teórico com a natureza será dada, conforme aponta Richards (2010, p. 135-136), a partir dos conceitos operacionais. A diferença entre o primeiro e o segundo é que enquanto o conceito teórico é avaliado no que diz respeito a sua capacidade de consiliência, os conceitos operacionais são considerados em virtude de sua operacionalidade e relevância teórica. Avaliá-los em termos de operacionalidade, significa uma avaliação em termos de: facilidade de observação e aplicação a um fenômeno; relevância teórica em termos de pertinência ao conceito teórico; e à funcionalidade que desempenham dentro do quadro teórico abrangente da teoria evolutiva.

Ainda (RICHARDS, 2010, p. 136-137), a coligação de fatos feitas pelos conceitos operacionais alcançarão um contínuo, que irá do mais observável, para o parcialmente observável, até o completamente inobservável. Em cada etapa atingida deve haver um escopo teórico básico que possa orientar os princípios operacionais indicando quais semelhanças e processos são significativos. Em outras palavras, os conceitos operacionais, tais como os Conceitos Morfológico e Genético de Espécies, irão requerer orientações teóricas para elucidar quais diferenças e semelhanças são pertinentes ao coligar fatos, e tais orientações serão fornecidas pelo conceito teórico.

Deste modo, o conceito teórico, “o Conceito Evolutivo de Espécie”, orientará como os demais conceitos operacionais podem identificar e individualizar espécies.

Ademais, de acordo com Richards (2010, p. 138-139), o que estipula se um conceito operacional é teoricamente relevante são nossas teorias sobre segmentação de linhagens de espécies e mudança evolutiva melhor desenvolvidas, à medida que o que designa um conceito operacional como um conceito verdadeiramente operacional são fatos empíricos sobre a natureza do mundo. Ainda, no que diz respeito ao conceito operacional, será adotado o princípio de proliferação, uma vez que quanto mais conceitos operacionais forem utilizados, mais critérios operacionais poderão ser usados a fim de identificar e individualizar as espécies conforme as exigências do conceito teórico.

No que se segue, Richards, inspirado na diferenciação outrora feita por Rudolf Carnap entre definições e regras de correspondência, sugere mudar a forma que são denominados o conceito teórico e o conceito operacional. De acordo com Richards (2010, p. 140), Carnap ao buscar solucionar o problema de como conectar leis empíricas, que contém apenas termos observacionais, a termos teóricos, isto é, a leis teóricas, aponta as primeiras leis como elo entre a natureza e as leis teóricas. Este elo, chamado de Regras de Correspondência, não forneceria definições aos conceitos científicos no estrito senso, pois definições orientam quais operações são importantes e não são as próprias operações a dar as definições.

Dada a diferenciação acima, Richards (2010, p.140-141) sugere aplicá-la ao problema das espécies. Uma vez que utilizando-se da abordagem de hierarquia de conceitos tem-se o conceito teórico, por meio do qual define-se o conceito de espécie, e os conceitos operacionais, que são utilizados para individualizar e delimitar espécies, os segundos sendo direcionados pelo primeiro, pode-se denominar, então: os conceitos teóricos de *definições* e os conceitos operacionais de *regras de correspondência*. Afinal, a função dos conceitos operacionais é determinar se um dado grupo de organismos satisfazem ou não o requerimento do conceito teórico, funcionando como operações que ‘ligam’ esse conceito teórico com os organismos, bem como as regras de correspondência que são o elo entre os termos não observacionais e observacionais.

A partir dessa mudança, evitar-se-á confusão, pois uma vez que o que fornece definições são conceitos, deixa-se claro que as regras operacionais não são

conceitos, então, torna-se compreensível a explicação proposta pela abordagem. Ademais, também, tem-se relevância ao ratificar que o quadro teórico é necessário para entender os conceitos de espécies, e que as regras operacionais são submissas a esse quadro teórico.

Deste modo, Richards (2010, p.141-143, 215) conclui que o conceito evolutivo de Mayden “uma linhagem de populações ancestrais descendentes, com um papel evolutivo, uma tendência evolutiva distinta e um destino histórico distinto” é adequado para definir a categoria de espécie. Pelos motivos que já foram citados aqui: estar dentro do quadro teórico evolutivo, ser vago e abrangente, e orientar as operações que devem ser utilizadas para verificar se um grupo de organismos encaixa-se na definição do conceito. As operações, isto é, as regras de correspondência, ficarão a cargo do que antes eram os conceitos operacionais: “Conceito Biológico de Espécie”, “Conceito Ecológico de Espécie”, “Conceito Morfológico de Espécie”, entre outros, que por não fornecerem definições, não são mais denominados conceitos.

Na próxima seção apresentarei o Pluralismo Eliminativista de Ereshefsky, no qual é defendida a perspectiva que a categoria de espécie não pode ser explicada a partir de uma única abordagem. Isto é, para Ereshefsky (1992, 2004, 2010), a categoria de espécie é de caráter heterogêneo, sendo essa explicada a partir de três abordagens *Reprodutiva*, *Ecológica* e *Filogenética*, as quais podem classificar, ao mesmo tempo, um mesmo organismo ou grupo de organismos.

3.2 PLURALISMO ELIMINATIVISTA

Ereshefsky (1992, p. 678; 2004, p. 130) defende o que ele chamou de Pluralismo Eliminativista, uma abordagem heterogênea acerca da categoria de espécie, na qual a categoria pode ser descrita a partir de três abordagens: Reprodutiva, Ecológica e Filogenética. As três possuindo o mesmo grau de importância para a descrição e classificação de organismos em espécies.

A abordagem reprodutiva³⁵, conforme Ereshefsky (1992, p. 672-674; 2004, p. 130-132), tem por base que espécie é um grupo taxonômico de organismos biparentais que compartilham um sistema comum de fertilização. Por sua vez, na

³⁵ Trabalhada mais detalhadamente aqui ao abordar o conceito biológico de espécie na sessão 2.1

abordagem ecológica³⁶, defende-se que o que causa a estabilidade nas espécies seriam fatores ambientais e não fatores reprodutivos. Por fim, os partidários da abordagem filogenética defendem a aplicação da concepção de monofilia às espécies, outrora defendida por Willi Hennig somente a supra categorias. Mesmo com algumas diferenças na determinação de quais seriam os critérios adequados para a aplicação da monofilia à categoria de espécie, os defensores dos conceitos filogenéticos³⁷ de espécies concordam que o que causa a estabilidade em uma espécie é a proximidade dos descendentes em relação a um mesmo ancestral.

As abordagens apresentadas acima, reprodutiva, ecológica e filogenética, assumem que espécies são linhagens, isto é, ou uma sequência de organismos ancestrais descendentes ou um grupo de tais sequências que compartilham uma origem comum. Dito de outro modo, espécies são indivíduos, entidades espaço temporalmente contínuas e históricas. Deste modo ou devem essas espécies serem monofiléticas (conforme a abordagem filogenética) ou parafilética (conforme as abordagens reprodutiva e ecológica), pois essas formam organismos genealogicamente contínuos, o que não ocorre em espécies polifiléticas.

Ademais do entendimento de espécies como indivíduos, as abordagens defendidas por Ereshefsky (1992, p. 674; 2004, p. 133) oferecem descrições diferentes das que estamos acostumados, acabando por resultar em classificações cruzadas. A fim de ilustrar essa afirmação cito um exemplo apresentado por Ereshefsky:

“Supondo que queremos classificar as moscas que vivem num pântano. Os insetos formam três populações, A, B e C. Cada população forma um táxon monofilético basal. Os organismos em B e C compartilham um nicho ecológico em comum; os organismos em A ocupam seu próprio nicho. Passando ao comportamento reprodutivo, os organismos em A e B podem reproduzir-se com sucesso e produzir prole fértil. Mas os organismos em C reproduzem assexuadamente; suas fêmeas reproduzem-se via partogêneses, seus óvulos não necessitam de fertilização. Qual, então, é a correta classificação das moscas no pântano? De acordo com a abordagem filogenética, a correta classificação consiste de três taxa: A, B e C. De acordo com a abordagem ecológica, ela consiste em dois taxa: A e B + C. De acordo com a abordagem reprodutiva, a classificação consiste em uma única espécie A + B. Os organismos em C não formam uma espécie reprodutiva porque eles se reproduzem assexuadamente. Observe, também, que a espécie reprodutiva A + B e a espécie ecológica A não pode formar uma espécie filogenética pois eles são taxa parafiléticos. Em suma, essas três abordagens para espécies fornecem três classificações diferentes das moscas no pântano.” (ERESHEFSKY, 2004, p. 133, tradução minha)

³⁶ Trabalhada mais detalhadamente aqui ao abordar o conceito ecológico de espécie na sessão 2.3
³⁷ Mishler e Donoghue (1982); Cracraft (1983); Ridley (1989).

A situação acima, aplicada em uma escala muito maior, por exemplo, a todos os organismos vivos do planeta, aponta Ereshefsky (1992, p. 675-676; 2004, p. 133-134), além de gerar classificações diferentes, como no exemplo acima, pois os biólogos discordam qual dessas seriam corretas, ocasionam, também, a classificação cruzada de um mesmo organismo ou um grupo de organismos, podendo ser alocados, ao mesmo tempo, em diferentes taxa de espécies. Tais classificações podem dar-se de duas maneiras:

- I) Um organismo ou um grupo de organismos podem pertencer a duas linhagens, com uma linhagem devidamente contida na outra. É o caso no qual um ou mais membros da espécie filogenética A também são membros da espécie reprodutiva A + B.
- II) Um organismo ou um grupo de organismos podem pertencer a duas linhagens que são desarticuladas. É o caso de um ou mais organismos na população B, em que essa população pertence tanto a espécie ecológica B + C, quanto a espécie reprodutiva A + B.

Uma objeção que poderia ser levantada contra a abordagem até aqui apresentada é que o exemplo usado acima, das moscas no pântano é hipotético, embora seja ilustrativo. Deste modo, Ereshefsky (2004, p.135) expõem exemplos de como a classificação de um organismo ou mesmo um grupo de organismos pode ser descrita por taxa diferentes na natureza. A seguir apresento alguns desses exemplos:

Abordagem Reprodutiva e Abordagem Ecológica: Na abordagem reprodutiva, grupos como multiespécies (syngameons) são classificados como uma mesma espécie: seus membros se reproduzem e geram híbridos férteis, e os membros de diferentes multiespécies são reprodutivamente isolados. Para a abordagem ecológica esses mesmos grupos de multiespécies são classificados como espécies distintas. Um exemplo clássico seriam as multiespécies que consistem de *Populus trichocarpa*³⁸ e *Populus balsamifera*³⁹. (ERESHEFSKY, 2004, p.135)

³⁸ Black Cottonwood
³⁹ Balsam Poplars

Abordagem Reprodutiva e Abordagem Filogenética: Na abordagem filogenética, como já anteriormente visto, o requerimento é que o táxon seja monofilético, para isso, os membros desses taxa devem compartilhar apenas de caracteres derivados (sinapomorfias). Na abordagem reprodutiva pode haver grupos parafiléticos que se reproduzem com sucesso e compartilham de uma ou mais características ancestrais comuns (simplesiomorfias). Aqui pode ocorrer o caso em que um táxon A + B reconhecido como espécie na abordagem reprodutiva, falha em ser reconhecido como espécie na abordagem monofilética, visto que nesta última aceita-se apenas grupos com sinapomorfias, e não com simplesiomorfias, também, como na abordagem reprodutiva. Exemplos desse fenômeno ocorrem com os peixes de água doce do gênero *Xiphophorus* e *Heterandria* (ERESHEFSKY, 2004, p.135-136).

Abordagem Filogenética e Abordagem Ecológica: Uma vez que tem-se o caso de uma nova espécie que adapta-se a uma nova zona ecológica diferente da sua espécie ancestral pode ocorrer o seguinte: conforme a abordagem ecológica o grupo que forma a espécie ancestral vai permanecer estável em seu próprio nicho, ou seja, a espécie ancestral persistirá. Diferentemente será a classificação feita pela abordagem filogenética, tendo em vista que segundo essa abordagem uma vez que uma espécie sofre especiação, seu ancestral é extinto, deste modo a espécie ancestral não irá permanecer estável e será extinta (ERESHEFSKY, 2004, p. 137-138).

Mesmo com os exemplos citados acima, sejam eles o hipotético das moscas no pântano, ou os que foram arrolados mais abaixo, Ereshefsky ainda considera não ser suficientes e satisfatórios os argumentos apresentados anteriormente para uma defesa de seu pluralismo. Deste modo, ele desenvolve o que considera ser o argumento cerne para defender que os organismos no mundo natural podem ser descritos e classificados por três abordagens diferentes, O Argumento Ontológico⁴⁰.

⁴⁰ Ereshefsky procura salientar a diferença do seu argumento, que ele considera como um argumento ontológico positivo a favor do pluralismo de espécies, dos argumentos de outros autores como Cartwright (1983) e Rosenberg (1994) denominados pluralistas epistemológicos. Dito de outra forma, enquanto o argumento apresentado por Ereshefsky seria implicado por nossas melhores teorias, ou seja, seria implicado pela teoria da evolução, deste modo sendo argumento que procura caracterizar a natureza real dos organismos no mundo. Os defensores da versão epistemológica do pluralismo são motivados por nossas limitações epistemológicas, isto é, sugerem que em decorrência da extrema complexidade do mundo e das habilidades cognitivas limitadas que possuímos, é adequado aceitar uma pluralidade de simplificadas, porém inexatas, classificações do mundo, mas que ainda respondem a várias necessidades científicas.

O Argumento Ontológico positivo a favor do pluralismo de espécie, apresentado por Ereshefsky (1992, p. 676-677; 2004, p. 139) assume que: dado o conhecimento que se tem na biologia contemporânea, pode-se afirmar que cada uma das três abordagens, *Reprodutiva*, *Ecológica* e *Filogenética*, apontam um conjunto real da divisão orgânica da vida. Em outras palavras, conforme a teoria da evolução, podemos dizer que todos os organismos desse planeta pertencem a uma árvore genealógica, as forças da evolução segmentaram essa árvore genealógica em um número de diferentes tipos de linhagens, que frequentemente causa a um mesmo organismo o pertencimento a mais de um tipo dessas linhagens.

As forças evolutivas que aqui trabalham são: reprodução, seleção, homeostase genética, descendência comum e canalização do desenvolvimento. As linhagens resultantes dessas forças são linhagens evolutivas que formam unidades reprodutivas, linhagens que formam unidades ecológicas e linhagens que formam taxa monofiléticos. Para Ereshefsky (1992, p. 677; 2004, p. 140) então, dado o que o conhecimento atual sobre a teoria da evolução nos informa, as forças da evolução segmentam a árvore da vida em classificações variadas e até opostas, o pluralismo de espécie é o resultado da fecundidade das forças biológicas existentes, resultando em um argumento ontológico positivo a favor do pluralismo de espécies.

Se faz necessário, antes de partir para a sessão seguinte, arrolar abaixo mais algumas considerações feitas por Ereshefsky, uma vez que elas podem servir de reforço para o pluralismo que ele aqui defende:

Linhagens sexuadas não são mais importantes que linhagens assexuadas:

Segundo Ereshefsky (2004, p. 140), autores como Ghiselin (1989) e Eldredge (1985) sustentam que linhagens formadas a partir de reprodução sexuada seriam mais importantes e são as que formam espécies. Deste modo,

- I) Somente organismos com reprodução sexuada deveriam ser denotados pelo termo “espécies”, pois esses teriam mais habilidades para competir na natureza do que organismos com reprodução assexuada, isto é, os últimos seriam menos adaptáveis que os primeiros
- II) Reprodução assexuada seria rara na natureza.

Ereshefsky (2004, p. 141-142) contrapõem Ghiselin (1989) e Eldredge (1985) com base em biólogos como Hull (1989) e Templeton (1989), afirmando que,

- I) Organismos com reprodução assexuada possuem vantagens evolutivas e são tão adaptáveis quanto organismos com reprodução sexuada, doutro modo não teriam evoluído e persistido com sua existência.
- II) A reprodução assexuada está longe de ser rara, e mesmo que fosse o caso, isso não significaria que tais organismos não formam linhagens.

Não é problema para o pluralista não aplicar uma das três abordagens:

Alguns autores, como Ghiselin (1987) e Hull (1987), segundo Ereshefsky (2004, p. 142-143), defendem que seria falho classificar espécies conforme a abordagem ecológica, não havendo assim linhagens ecológicas, pois pode haver e há casos em que organismos de diferentes espécies ocupam o mesmo nicho ecológico.

Ereshefsky salienta que por mais que Andersson (1990) responda que há outras diversas diferenças que podem ser apontadas para determinar a separação dessas linhagens, a resposta pode dar-se de uma forma mais simples. Não é um problema o pluralista não poder aplicar a abordagem ecológica a esses grupos de organismos, uma vez que não se defende a universalidade da abordagem ecológica, mas sim que ela pode ser aplicada a determinados tipos de organismos, a fim de descrevê-los da melhor maneira possível, e a outros não. O mesmo dá-se nas duas outras abordagens, não defende-se a universalidade da abordagem reprodutiva ou filogenética, mas que elas podem ser aplicadas a determinados tipos de organismos, e não a todos.

Não é possível reduzir essas três abordagens a uma outra comum a elas

Ereshefsky (1992, p. 678; 2004, p. 143-144) defende que não há um quarto parâmetro que seria comum às três linhagens: reprodutiva, ecológica e filogenética. Isto é, mesmo que levantasse uma hipótese de um parâmetro genético, estilo projeto genoma, para ser comum às três linhagens, não seria possível.

Isso ocorre, pois ao ser possível classificar um mesmo organismo ou um mesmo grupo de organismos a partir de conceitos de espécies diferentes, pode ser o caso de uma linhagem estar contida em outra, deste modo não há como as linhagens possuírem organismos com maior similaridade genética entre si.

Esclareço, dado os organismos que estão em A e organismos em A + B, uma vez que organismos em A tem, maior similaridade genética entre si, o mesmo não ocorrerá entre A + B no qual tem menos similaridade genética entre si. Em vista disso, não há um parâmetro de similaridade genética comum entre uma linhagem filogenética A e uma linhagem reprodutiva A + B.

Também não é o caso de haver um fator genético que seja comum as três abordagens:

Não é o caso de tentar procurar um fator genético comum entre as três abordagens, segundo Ereshefsky (1992, p. 679; 2004, p. 144-145), como fora sugerido por Futuyama (1986, p. 223) “espécies devem sua existência a caracteres específicos que governam o pluralismo de espécie por genes específicos”

Os genes aqui pensados por Futuyama são aqueles que afetam o comportamento sexual dos organismos. No entanto, segundo Ereshefsky, essa sugestão falha pois em algumas instâncias uma alteração no conteúdo genético de um organismo pode afetar sua adaptatividade ecológica, mas não seu comportamento sexual. Como ocorre em casos em que os mosquitos do gênero *Anopheles* são heterozigotos e não homozigotos para hemoglobina S em zonas afetadas pela malária, onde tem sua adaptatividade ecológica alterada, mas mantém o mesmo comportamento reprodutivo.

Em vista disso, resulta-se que os fatores genéticos que governam as características distintas de reprodução, ecologia e monofiletismo nos taxa, são separados, e a redução desses três tipos de linhagens a níveis genéticos resulta em três diferentes taxonomias.

Na próxima seção, arrolarei as dificuldades apontadas por Ereshefsky (2010) e Richards (2016) para suas próprias abordagens anteriormente apresentadas, dando uma maior atenção a Transferência Genética Horizontal entre essas dificuldades, a qual pretendo indicar uma possível solução.

3.3 DIFERENÇAS ENTRE ORGANISMOS EUCARIONTES E ORGANISMOS PROCARIONTES E VÍRUS: PROBLEMAS À EXISTÊNCIA DA CATEGORIA DE ESPÉCIE

As abordagens pluralistas de Richard A. Richards (2010) e Marc Ereshefsky (1992, 2004), apresentadas nas duas seções anteriores aparentam ser abordagens pluralistas adequadas ao problema do conceito de espécie. Poderia ser o caso de uma análise mais profunda, a fim de ponderar-se qual das duas seria a mais apropriada, porém, os próprios autores, em trabalhos mais tardios (ERESHEFSKY, 2010; RICHARDS, 2016), apontam algumas dificuldades nas abordagens como foram apresentadas inicialmente.

Nesta seção pretendo apresentar problemas à existência da categoria geral de espécie, como fora apontado por Ereshefsky (2010), como também as dúvidas colocadas por Richards (2016) à aplicação da sua abordagem do pluralismo hierárquico e conseqüentemente à categoria de espécie. Dentre os problemas que serão apontados, um deles terá uma atenção maior de minha parte, a Transferência Genética Horizontal, pois deve-se a ela, grande parte dos empecilhos às definições de conceitos a categoria de espécie, como também a conseqüente afirmação de inexistência da categoria de espécie.

Desta feita, primeiro procurarei apresentar o que Ereshefsky entende por categoria natural de espécie, para em seguida expor os motivos pelos quais ele considera que nem a categoria de espécie de procariontes e nem a categoria geral de espécie encaixem-se em categorias naturais. Dando seguimento, apresento os motivos pelos quais Richards acredita não ser possível a aplicação do pluralismo hierárquico e, conseqüente, nem a existência de uma categoria de espécie natural. Para, por fim, explicar o porquê a Transferência Genética Horizontal, deve ter uma maior ênfase, que outros empecilhos apontados à categoria de espécie, e como a solução desse problema é importante para a continuidade deste trabalho.

3.3.1 A categoria espécie é altamente heterogênea, então ela não pode ser natural

Não somente é difícil afirmar que há uma categoria de espécie procarionte, como também pode-se duvidar da existência de uma categoria geral⁴¹ de espécie (ERESHEFSKY, 2010, p. 553-554). Essa afirmação é resultado, primeiro, das diferenças encontradas dentro dos próprios organismos procariontes, assim como das diferenças dentro dos próprios organismos eucariontes. Segundo, das diferenças encontradas entre os organismos eucariontes, por um lado, e procariontes, por outro, dividindo a categoria de espécie em duas subcategorias. Gostaria de iniciar expondo o que Ereshefsky (2010, p. 559) considera necessário para que haja uma categoria natural de espécie, para em seguida expor os motivos pelos quais ele desconsidera tanto a categoria procarionte, quanto a categoria eucarionte, e assim, também, a categoria geral de espécie, como categorias naturais.

Para Ereshefsky (2010, p. 559), uma categoria de espécie é natural se cumpre no mínimo três critérios:

"primeiro, a maioria das entidades nessa categoria deve compartilhar uma característica comum. Segundo, essa característica deve nos ajudar a entender a natureza das entidades dessa categoria. Terceiro, essa característica deve distinguir a maioria das entidades dessa categoria das entidades de outras categorias" (ERESHEFSKY, 2010, p. 559, *tradução minha*).

O primeiro critério requer que uma característica que seja distinta tenha valor preditivo, isto é, ocorra na maioria dos membros. O segundo critério requer que seja possível, a partir dessa característica distinta e comum à maioria dos organismos, explicar a natureza das entidades da categoria, dando-a valor explicativo. Por fim, o terceiro critério demanda que a característica distintiva comum aos organismos possibilite que diferencie-se as entidades dessa categoria das entidades de outras categorias. Ainda seguindo Ereshefsky, esses requerimentos, quando empregados juntos, caracterizam um essencialismo fraco, pois não requerem que haja uma característica que ocorra em *todos* e *somente* nos membros de uma determinada

⁴¹ Ereshefsky aponta que os conceitos gerais de espécie como o BSC ou ESC foram conceitos desenvolvidos com o intuito de definir a categoria geral de espécie (eucariontes e procariontes), porém refletiram em maioria as características dos eucariontes. Chamarei "os conceitos gerais de espécies" de "conceitos para organismos eucariontes", de modo que quando usar "categoria geral de espécie" estou a considerar toda a categoria de espécie composta por organismos eucariontes e procariontes. Adoto isso para evitar futuras confusões ao leitor.

categoria, mas que a característica que seja distinta e explicativa ocorra na *maioria* dos membros. Dado a definição de categoria natural por Ereshefsky, pode-se considerar a categoria procarionte de espécie, bem como a categoria geral de espécie uma categoria natural? Para apresentar a resposta é preciso apresentar alguns apontamentos.

Relembrando a seção anterior, Ereshefsky (2004, p. 130) afirma que a categoria geral de espécie é uma categoria heterogênea, dividida em três abordagens, reprodutiva, ecológica e filogenética. Isto é, haveria três tipos de linhagens diferentes formando *unidades: reprodutivas, ecológicas e filogenéticas*. Ademais, é possível também que um mesmo organismo ou grupo de organismos seja classificado, ao mesmo tempo, em mais de uma dessas abordagens. Os conceitos (Conceito Biológico de Espécie, Conceito Ecológico de Espécie, Conceito Filogenético de Espécie) apresentados por esse modelo de definição da categoria de espécie, mesmo admitindo a diferença entre as linhagens, ainda tem como foco os organismos eucariontes⁴², levando-os a considerá-los, conceitos de espécies somente para eucariontes.

Deste modo, Ereshefsky (2010, p. 554) ressalta que para a categoria de espécie dos procariontes são comumente usados de outros conceitos: Conceito de Espécie de Recombinação, Conceito Ecológico de Cohan, Conceito Filogenético de Espécie e Conceito Filofenético de Espécie. Os três primeiros conceitos procariontes podem ser vistos de duas maneiras: a primeira como uma pretensão monista de definição para a categoria de espécie dos procariontes, isto é, cada um dos três teria o objetivo de sozinho definir toda a categoria de procariontes. Ou ainda pode ser visto como correspondentes, respectivamente, às abordagens Reprodutiva, Ecológica e Filogenética, aplicadas em organismos eucariontes, e assim como esses, a categoria dos procariontes seria uma categoria de espécie heterogênea, composta pelas *unidades recombinaiva, ecológica e filogenética*. Enquanto o último conceito, o Conceito de Espécie Filofenético, é uma elaboração de cunho nominalista no qual tem

⁴² Ereshefsky (2010, p. 555-556) chama a atenção no que diz respeito a discussão em torno do conceito de espécie, bem como os conceitos que se originaram a partir dessa discussão, possui um grande foco nos organismos eucariontes, tendo deixado de lado a complexidade dos organismos procariontes no momento das formulações desses conceitos.

sido sugerido por alguns autores que defendem que a categoria de espécie dos procariontes não existe.

Segundo Ereshefsky (2010, p. 554-555) a pretensão de uma definição monista para toda a categoria procarionte de espécie não é possível. Considerando, primeiramente, o Conceito de Espécie de Recombinação, o qual defende a ideia que os organismos procariontes (mesmo que não se reproduzam sexuadamente, o fazem por fissão binária ou meios vegetativos) formariam grupos genéticos fechados (gene pool), assim como os organismos eucariontes. Isto é, haveriam mecanismos de isolamento que promoveriam o sucesso reprodutivo e evitariam, em procariontes, a troca de genes entre grupos genéticos de espécies diferentes.

No entanto, não é um conceito aplicável a toda categoria, pois embora seja possível alguns grupos de organismos procariontes recombinar com sucesso genes homólogos⁴³, há outros que trocam genes homólogos e não homólogos a partir de Transferência Genética Horizontal (transdução, conjugação, transformação)⁴⁴, o que faz com os grupos de organismos não sejam fechados. Diferentemente dos mecanismos de isolamento, que são encontrados nos eucariontes, que mantêm barreiras entre os grupos de organismos e ajuda-os a permanecer como grupos genéticos fechados, a Transferência Genética Horizontal trabalhará contra isso. Ademais, organismos eucariontes, por manterem as barreiras reprodutivas compartilham total de seu material genético quando reproduzem-se entre si, enquanto no caso dos procariontes, pode haver recombinação apenas de parte do material genético de espécies diferentes.

O Conceito Ecológico de Cohan, o qual entende que “Uma espécie no mundo bacteriano pode ser entendida como uma linhagem evolutiva delimitada por uma seleção periódica do ecotipo” (COHAN, 2002, p. 467), também não pode ser considerado satisfatório para uma definição monista. Conforme Ereshefsky (2010, p. 555), esse conceito defende que haveria seleções periódicas que manteriam a coerência das espécies por eliminar as diversidades que surgem devido a mutações e afastamentos do nicho natural.

43 Genes derivados de um gene ancestral comum e que partilham semelhanças em suas sequências nucleotídicas. (DYE, 2012, p. 103)

44 Tomei a licença de citar os processos de Transferência Genética Horizontal de forma breve neste momento, pois eles serão tratados mais detalhadamente abaixo.

No entanto, esse conceito não atinge a pretensão de uma definição monista, pois aqui tem-se casos de organismos ou grupos de organismos que podem ser classificados por dois conceitos diferentes ao mesmo tempo. É possível classificar organismos do gênero *Thermotoga* utilizando o Conceito de Recombinação, como também o Conceito Ecológico de Cohan. Deste modo a categoria será heterogênea, pois organismos podem ser classificados em ao menos dois tipos de taxa diferentes, ao mesmo tempo, por Recombinação e pelo Conceito Ecológico.

No caso da abordagem filogenética para procariontes, Ereshefsky (2010, p. 557) afirma que normalmente são considerados dois tipos de dados genéticos para identificar espécies: 16 rRNA e DNA: DNA hibridização (16 rRNA e DNA: DNA hybridization). O primeiro identifica espécie utilizando uma sequência de similaridade entre os genes 16 rRNA de 97% ou mais. Enquanto o segundo DNA: DNA hibridização identifica espécies por similaridades de DNA a partir de 70% ou mais. Essas formas de classificação entram em conflito pois resultam em taxa de tipos diferentes, isto é, enquanto o primeiro método focará mais na estabilidade e universalidade para identificar uma espécie, o segundo método identificará uma espécie a partir das correlações genéticas com a semelhança fenotípica.

Por fim, Ereshefsky (2010, p. 557-558) aponta que devido à grande pluralidade apresentada na tentativa de definir a categoria de espécie dos procariontes, surge por parte de alguns autores como Rosselló-Mora e Amann (2001, p. 59), a sugestão do Conceito Filofenético de Espécie, esse sendo um conceito nominalista para a categoria. Conforme esse conceito espécie é

“Um agrupamento monofilético e genomicamente coerente de organismos individuais que apresentam um alto grau de semelhança geral em relação a muitas características independentes, e que é diagnosticável por uma propriedade fenotípica discriminatória”. (ROSSELLÓ-MORA e AMANN, 2001, p. 59)

Esse conceito é considerado nominalista pelo modo que identifica espécies, pois parâmetros pragmáticos são escolhidos para identificar espécies filofenéticas em cada estágio, em vez de parâmetros teóricos, no entanto isso não implica que o táxon individual identificado por esse conceito não seja real. Eles são reais, uma vez que os parâmetros utilizados são empíricos, isto é, dados genéticos 16S rRNA e DNA: DNA hibridização e semelhanças fenotípicas. Segundo Ereshefsky (2010, p. 558), o que não será real, conforme esse conceito, é a categoria de espécie, uma vez que não há razões teóricas para afirmar que há uma característica distinta e comum a todos

organismos procariontes, não favorecendo nenhuma das abordagens anteriores como um conceito para a categoria de espécie procarionte. Deste modo, para Ereshefsky, a categoria procarionte de espécie não pode ser considerada uma categoria natural de espécie, pois não há algo como uma característica distinta e comum a todos os organismos dessa categoria.

Segue-se à questão “da existência da categoria procarionte de espécie” uma outra questão mais inclusiva “haveria uma categoria geral de espécie? ”. Isto é, haveria como incluir sob uma mesma categoria natural de espécie, por um lado, os conceitos propostos para o grupo de organismos procariontes, e por outro lado, os conceitos propostos para organismos eucariontes?

Como dito acima, para Ereshefsky uma categoria natural de espécie necessita que a maioria dos organismos dessa categoria possuam uma ou mais características distintivas em comum e que essas características expliquem tal categoria. Deste modo, Ereshefsky (2010, p. 561), ressalta que para que houvesse uma categoria de espécie que pudesse incluir os conceitos procariontes e os conceitos eucariontes, esses deveriam ter certas equivalências, o que não ocorre.

Abordagens como o Conceito de Recombinação, o Conceito Ecológico de Cohan e o Conceito Filogenético utilizadas para os organismos procariontes, captam fenômenos diferentes das abordagens utilizadas para os organismos eucariontes, como o Conceito Biológico de Espécie, o Conceito Ecológico de Espécie e o Conceito Filogenético de Espécie, gerando assim, taxa de tipos diferentes.

Das discrepâncias entre os conceitos de Recombinação e Biológico, pode ser apontado, segundo Ereshefsky (2010, p. 561-562), que enquanto espécies eucariontes, essas classificadas sob o Conceito Biológico, comumente são grupos fechados, o mesmo não ocorre com as espécies sob o Conceito de Recombinação. Isto é, embora haja alguns organismos que recombinem genes homólogos com sucesso, a grande maioria dos organismos procariontes não são sistemas fechados devido à Transferência Genética Horizontal. Acrescenta-se, também, que em organismos sob o Conceito Biológico há uma recombinação total do genoma, enquanto organismos classificados sob o Conceito de Recombinação, a recombinação de genes entre grupos de organismos é parcial.

No que diz respeito às diferenças entre o Conceito Ecológico de Espécie e o Conceito Ecológico de Cohan, respectivamente aplicados na classificação de

eucariontes e procariontes, pode-se ponderar o seguinte. A primeira abordagem defende uma seleção estabilizadora *constante*, enquanto a segunda abordagem assume uma seleção *periódica*.

Por fim, há diferenças também nas abordagens filogenéticas quando aplicadas aos organismos eucariontes, de um lado, e procariontes, de outro. Enquanto o conceito filogenético aplicado ao classificar eucariontes analisa a concordância de árvores genealógicas disponíveis, o conceito filogenético para classificar procariontes utiliza a informação genética de genes específicos para o reconhecimento de espécies. O que se segue dessa diferença, é que para o reconhecimento de espécies filogenéticas em procariontes não é necessário um grau de concordância significativo entre as árvores genealógicas.

Dito isto, para Ereshefsky (2010, p. 562), de um lado há o táxon dos procariontes, que é composto por linhagens de seleção periódica, de recombinação, filogenéticas, e ainda, linhagens que também podem ser identificadas por fatores filofenéticos. De outro lado há o táxon dos eucariontes que é constituído por linhagens reprodutivas, ecológicas e filogenéticas. Deste modo há dois taxa diferentes, procariontes e eucariontes, e esses são identificados, dentro de cada táxon, por conceitos de espécies diferentes, sendo notável a desunião e a discrepância entre esses dois taxa que compõem a categoria de espécie. Para Ereshefsky devido a essa alta pluralidade em que a categoria de espécie é composta não é possível haver uma característica que seja distinta e comum aos dois taxa, eucariontes e procariontes, não sendo possível uma categoria geral de espécie que seja natural.

Sobre a heterogeneidade do táxon dos eucariontes, gostaria de pontuar o seguinte. Uma vez que as abordagens pensadas para a categoria geral de espécie, *reprodutiva, ecológica e filogenética*, são focados em organismos eucariontes, então podemos considerar os conceitos utilizados até então para a categoria geral, como conceitos utilizados para a categoria eucariontes de espécies. A categoria procariontes de espécie, como fora visto, necessitará de outra abordagem. Ademais, na seção 3.2 pode-se conferir que a categoria geral de espécie é heterogênea, havendo três abordagens para explicá-la, pois não há uma característica distinta e comum a esses organismos. Uma vez que é possível entender a categoria geral de espécie, ou melhor, a abordagem outrora aplicada a categoria geral de espécie, ser

agora aplicada a categoria eucarionte de espécie, então essa poderá ser considerada heterogênea.

Por fim, antes de passar para as dificuldades apontadas por Richards (2016) à sua abordagem pluralista hierárquica e conseqüentemente a uma categoria de espécie natural, bem como dar uma maior atenção a questão da Transferência Genética Horizontal, gostaria de pontuar algumas coisas sobre a abordagem de Ereshefsky (1992, 2004, 2010) da qual apresentei aqui. Acredito que seja necessário, antes de iniciar falando de Richards, ressaltar uma diferença entre esse último e Ereshefsky.

Richards (2010) ao defender o Pluralismo Hierárquico pretendia definir a categoria de espécie, isto é, defendia haver um conceito teórico para a categoria de espécie e conceitos operacionais que poderiam delimitar os taxa de espécie. Havia a defesa de um conceito único, geral e aplicável tanto a organismos eucariontes quanto organismos procariontes. Em Ereshefsky, vê-se um aumento gradativo na defesa de uma categoria de espécie heterogênea. Isto é, nos textos de 1992 e 2004, mesmo embora não haja uma separação de tipo de taxa, eucarionte de um lado, e procariontes, de outro, têm-se diferentes formas de abordar a categoria geral de espécie.

Pode-se, também, lembrar a sugestão de Ereshefsky no texto de 1992 de eliminar o uso do termo “espécie”, a qual ele considera, em seu texto de 2004, radical e desnecessária, visto a utilidade do termo. Acredito que no que remete a Ereshefsky há um aumento, desenvolvido em seu texto de 2010, ao separar a categoria geral de espécie em não somente três abordagens, mas em dois taxa diferentes, no grau de heterogeneidade defendido pelo autor.

Esse alto grau de heterogeneidade da categoria de espécie apresentado até aqui pode parecer assustador, principalmente quando na próxima seção irei arrolar as dificuldades apresentadas por Richards ao Pluralismo Hierárquico. Essa abordagem, como já trabalhada na seção 3.1, teve por objetivo um conceito único para toda a categoria de espécie, abrangendo todos os tipos de organismos. Porém, o grande empecilho para a defesa de Richards é a transferência genética horizontal.

Meu objetivo ao apresentar primeiro, como fiz acima, a dúvida levantada por Ereshefsky à categoria de espécie, e depois a de Richards, como farei a seguir, é porque através desse último pode-se ter uma possível direção para que a categoria

de espécie seja salva. Deste modo, abaixo apresento as dificuldades ressaltadas por Richards a sua abordagem, como também dou atenção a Transferência Genética Horizontal, pois, a partir da solução desta última, que será apresentada no capítulo 4, é possível não só a existência de uma categoria única de espécie, bem como a defesa de um conceito para essa, que ocorrerá no capítulo 5.

3.3.2 Transferência Genética Horizontal: Um problema para a categoria de espécie?

Richard A. Richards (2010) defendeu que o problema em torno do conceito de espécie poderia ser dividido e assim solucionado a partir de uma abordagem de divisão conceitual do trabalho, sugerindo haver um conceito teórico ao qual possa definir a categoria de espécie e conceitos operacionais que funcionariam como regras de correspondência ligando essa definição teórica aos organismos.

A definição à categoria “espécie” seria dada por um conceito amplo, vago, coerente com a teoria evolutiva, comportando as dimensões sincrônicas e diacrônicas dos organismos, que abarcaria tanto organismos eucariontes quanto organismos procariontes, ou seja, o Conceito Evolutivo de Espécie. Enquanto as regras de correspondências que possibilitariam a ligação dessa definição teórica com os organismos seriam dadas pelos demais conceitos, considerados operacionais por Richards (2010, p. 140-141): Conceito Biológico de Espécie, Conceito Ecológico de Espécie, Conceito Morfológico de Espécie, Conceito de Agamospécie, entre outros.

Disto isto, é importante ressaltar que Richards (2010, p. 141) considera a definição que ele dá à categoria de espécie como *monista*, embora as operações para ligar essa definição ao mundo sejam *pluralistas*. Deste modo, essa definição será única para toda a categoria, apontando uma explicação que pode ser apresentada a todos os organismos entendidos enquanto espécies, podendo explicá-la e diferenciá-la de outras categorias. Diferentemente de Ereshefsky, Richards não requer que a unidade que explique a categoria de espécie fundamente-se em um essencialismo, no qual os organismos teriam de compartilhar características comuns e distintas.

Deste modo, o conceito endossado por Richards (2010, p. 141-143, p. 215), fora o Conceito Evolutivo de Espécie, desenvolvido por Mayden (1997, p. 395), no qual se entende espécie como “Uma linhagem de populações ancestrais

descendentes, com um papel evolutivo distinto, uma tendência evolutiva distinta e um destino histórico distinto”. Repare, também, que o Conceito Evolutivo aponta uma característica que une ao que Ereshefsky chamou de três tipos de linhagens diferentes aos eucariontes e aos procariontes: Reprodutiva, Ecológica, Filogenética e Combinação, Ecológica, Filogenética, respectivamente.

O Conceito Evolutivo possibilita uma explicação única para a categoria de espécie e irá abranger todos os organismos, pois embora seja a sua definição vaga, como já fora visto, há regras de correspondência (conceitos operacionais) que delimitariam o táxon de espécie. Deste modo, abordagens como Reprodutiva ou Combinação, Ecológica (eucarionte e procarionte) e Filogenética (eucarionte e procarionte) fariam parte dessas regras de correspondências, que poderiam ser usadas juntas ou mesmo separadas, dependendo o tipo de organismos.

Essa necessidade não iria contra com o que Ereshefsky ressalta sobre algumas espécies serem delimitadas por abordagens reprodutivas e outras não, uma vez que sabendo que uma espécie é “uma linhagem de populações ancestrais descendentes” e dependendo o tipo de organismos, ou mesmo a era em que esses existiram, pode-se usar do conceito reprodutivo ou não.

Poder-se-ia, também, conforme o necessário, utilizar de regras de correspondência como o conceito ecológico, fenético e/ou filogenético, para delimitar tal taxa que não pode ser delimitado pelo conceito evolutivo e operacionalizado utilizando-se só do conceito reprodutivo como regra de correspondência. Há aqui, deste modo, tanto a delimitação de taxa por regras de correspondência diferentes a depender o tipo de organismos, como também a classificação de um mesmo grupo de organismos, ao mesmo tempo, por mais de uma regra de correspondência, mas o que entendemos por espécie será uma explicação única.

Aparentemente seguir Richards poderia ser precursor, uma vez que poder-se-ia defender um conceito único para toda a categoria de espécie e conseqüentemente apontar para uma realidade natural desta categoria. No entanto, Richards (2016) apontará o problema da Transferência Genética Horizontal, que ocorre na grande maioria de procariontes e vírus⁴⁵, diferenciando-os da maneira que podem ser

⁴⁵ Richards (2016) aponta que a Transferência Genética Horizontal ocorre em procariontes e vírus (bacteriófagos), Ereshefsky (2010), por sua vez, e como é possível conferir em seções e subseções anteriores, aponta essa ocorrência especificadamente para procariontes, não citando vírus. A partir daqui adoto a maneira como é apresentada a ocorrência da TGH por Richards, isto é, em

compreendidos como espécies, da dos eucariontes⁴⁶, isto é, como 'linhagens de populações ancestrais descendentes', colocando-se em dúvida o Conceito Evolutivo de Espécie como uma definição adequada para a uma categoria geral de espécie, bem como a existência natural dessa.

A Transferência Genética Horizontal, segundo Richards (2016, p. 202) é composta por três processos: *transdução*, *conjugação* e *transformação*. A *transdução* ocorre quando um material genético de uma bactéria é transmitido a outra bactéria através de um vírus bacteriófago; por sua vez, a *conjugação* dá-se quando o material genético é transmitido de uma bactéria a outra por contato direto; por fim, a *transformação* acontece quando há adesão e incorporação por parte de uma bactéria A ao material genético exógeno de uma bactéria B. O resultado desses processos no caso das bactérias será a reticulação na árvore evolutiva, uma vez que a partir da Transferência Genética Horizontal há troca de material genético entre linhagens populacionais diferentes, não se mantendo a separação vertical de linhagens no que diz respeito as espécies de bactérias.

Deste modo, não é possível explicar a categoria dos procariontes, a partir da definição proposta por Richards (2016, p. 202) para a categoria geral de espécies, isto é, pelo Conceito Evolutivo defendido por Richards (2016, p. 202), no caso das bactérias. Pois a ancestralidade é ferida pela lateralidade no processo de troca de informação genética, bem como, não é possível apontar a que espécie uma determinada bactéria que sofreu TGH pode ser classificada, pois essa bactéria conterà informação genética de linhagens populacionais diferentes.

O mesmo problema, porém em um grau ainda maior, conforme Richards (2016, p. 202) é encontrado nos bacteriófagos, pois além de causarem a transferência lateral genética em bactérias, trocam informações genéticas entre eles próprios. Isto é, pode ocorrer, através de TGH, que mais bacteriófagos, por exemplo, A e B, possam vir a infectar a mesma bactéria O, essa que já contém em seu material genético informações de um outro bacteriófago de material genético T.

Deste modo, quando o bacteriófago A infectar a bactéria O, no processo de replicação viral, pode reter informação genética do material do bacteriófago T que já

procariontes e vírus, por considerá-la mais abrangente e completa

⁴⁶ Em relação aos organismos Eucariontes, Richards (2016, p. 202) também aponta para o problema da hibridização, mas está em uma escala muito menor do que a ocorrência do TGH em procariontes e vírus. Para uma resposta ao problema da Hibridização ver Caponi (2022)

estava na bactéria, resultando em um bacteriófago AT. Informações genéticas do bacteriófago A também podem permanecer na bactéria O, e está ser infectada por outro bacteriófago B, resultando após o processo de replicação, em um bacteriófago ATB. Bacteriófagos são considerados, segundo Richards (2016, p. 202), como mosaicos, pois contém a informação genética de diversos outros bacteriófagos.

Assim como as bactérias que sofrem TGH, não se pode explicar a categoria de bacteriófagos a partir do Conceito Evolutivo, pois devido ao mosaicismo advindo de vários bacteriófagos que compõem um único bacteriófago, não há como determinar a que linhagem populacional esse organismo pertence.

Um último apontamento antes de me encaminhar para o final dessa seção e deste capítulo é necessário. Quando Richards (2016, p. 202-203) afirma que não há como determinar as linhagens individuais tanto para o caso de TGH em bactérias quanto para os mosaicos de bacteriófagos, significa que as regras de correspondência que poderiam ser usadas para delimitar um táxon como “linhagens populacionais ancestrais descentes” não funcionariam, pois tais tipos de organismos não formariam esse tipo de táxon.

Em outras palavras, conceitos que são utilizados como regras de correspondência não são efetivos aqui: o Conceito Biológico de Espécie não pode ser aplicado pela obviedade de tais organismos não formarem espécies como organismos sexuais; o Conceito de Espécie de Recombinação também é inaplicável pois a TGH trabalha para derrubar as barreiras requeridas por esse conceito na formação de grupos genéticos fechados; no que diz respeito ao Conceito Ecológico, Richards (2016, p. 203) aponta que segundo Morgan e Pitts (2008, p. 745) seria um desafio determinar um nicho para um vírus, uma vez que não há lugar na terra que não possa ser ocupado por eles; um critério fenético também seria problemático, principalmente no caso dos mosaicos de bacteriófagos, uma vez que diferentes morfologias de um único bacteriófago, podem ter diferentes origens, variando a formação de taxa ao optar por uma ou outra morfologia daquele organismo.

O panorama acerca da definição de uma categoria única de espécie e consequentemente a possibilidade de uma categoria natural, até aqui apresentado, é pessimista e desanimador. Principalmente quando olha-se com mais cuidado e de forma mais detalhada para a questão da Transferência Genética Horizontal, está que parece impedir a separação e delimitação de uma “linhagem populacional ancestral

descendente”. Seguindo tal panorama não é possível apontar a que determinada espécie uma bactéria que sofreu TGH pertence, pois há informações de linhagens populacionais de espécies diferentes nesta mesma bactéria.

No entanto, como apresentarei no capítulo 4, é possível colocar uma pedra sobre a Transferência Genética Horizontal. Francesca Merlin (2017) iniciará o caminho nessa direção entendendo a TGH como um mecanismo de variabilidade de informação genética, e não de Herança, isto é, como um mecanismo de conservação genética. Mas é com Gustavo Caponi (2020, 2022) que a solução para a TGH é consolidada. Embora Merlin tenha feito uma diferenciação importante, ainda é necessário apontar o que mantém onexo vertical das linhagens, conservando-as individualizadas. Caponi explicará que o que constitui a individualidade de uma linhagem é a relação de filiação entre progenitor e progênie. Essa relação pode apontar o pertencimento a uma determinada linhagem populacional, mesmo que um organismo tenha sofrido TGH, pois o progenitor fornece recursos aos quais a progênie não haveria existido.

Deste modo, no próximo capítulo, apresentarei de forma breve a diferenciação feita por Merlin entre mecanismo de herança e de variabilidade genética na seção 4.1, dando uma maior atenção para a solução apresentada por Caponi a partir do elo progenitor-progênie, na seção 4.2.

4 SOLUÇÃO PARA A TRANSFERÊNCIA GENÉTICA HORIZONTAL

4.1 DIFERENÇA ENTRE MECANISMO DE CONSERVAÇÃO DE INFORMAÇÃO GENÉTICA E MECANISMO DE VARIABILIDADE DE INFORMAÇÃO GENÉTICA

Francesca Merlin (2017, p. 263), aponta que nos últimos anos o reconhecimento de que organismos herdariam mais que somente DNA tem permitido a extensão tanto da concepção tradicional de herança, quanto a extensão da teoria da evolução, com o intuito de integrar a pluralidade de formas de herança que existiriam. Entretanto, Merlin questiona a postura de alguns biólogos e filósofos⁴⁷ de aceitar esse fenômeno, denominado como *herança não genética*, sem argumentos e evidências satisfatórias, como casos de herança, desconsiderando-os como outras formas de transmissão.

Ademais, afirmam⁴⁸, também, que esse fenômeno de *herança não genética* tem um impacto importante na evolução das populações naturais e que devido a isso deve ser integrado a uma síntese evolutiva estendida. Merlin (2017, p. 264) também discorda deste ponto de vista, pontuando que é possível que uma forma de transmissão seja relevante para a evolução sem que essa seja considerada como *herança*.

Deste modo, nesta seção, a partir de “Limited Extended Inheritance”, texto escrito por Francesca Merlin em 2017, pretendo explicar a diferença entre mecanismo de transmissão de herança e mecanismo de transmissão de variabilidade genética. Para isso, inicio expondo como se compreende a concepção tradicional de herança e o papel evolutivo desta, para em seguida apontar quatro diferenciações importantes, feitas por Merlin, baseadas na literatura sobre herança biológica, que são imprescindíveis para explicar o que é a Transferência Genética Horizontal e o que é a Herança e quais as diferenças entre elas.

47 Para ver sobre essas reformulações de herança consultar: GRIFFITHS and GRAY (1991, 2004), STERELNY (2001), JABLONKA and LAMB (2005), HELLANTERA and ULLER (2010), ODLING-SMEE (2010) e MERLIN (2017).

48 Ibidem 47

4.1.1 Herança e o seu papel evolutivo

Herança é frequentemente compreendida, segundo Merlin (2017, p. 268), como uma forma de transmissão de algum material privilegiado, entendido a partir de 1950 como DNA, que é passado de progenitores para a progênie no ato da concepção e explicaria como ocorre o fenômeno pelo qual, organismos biológicos, por meio de reprodução, tendem a gerar organismos similares a si próprios.

A manutenção das características fenotípicas entre os organismos genealogicamente relacionados é tarefa da herança (MERLIN, 2017, p. 268), assim como a manutenção da variação de características fenotípicas de uma população, de uma geração para a outra. Deste modo, a herança torna-se uma das condições para a evolução por seleção natural ao garantir algum grau de continuidade através das gerações, permitindo que ocorra o processo de seleção cumulativa. Isto é, o papel evolutivo da herança é possibilitar que através dessa seleção cumulativa a probabilidade de alguma variação favorável, que fora selecionada a partir de uma determinada geração, seja passada para as próximas gerações.

Merlin (2017, p. 267-268), aponta que as recentes reformulações da concepção de herança⁴⁹ padecem do mesmo problema de considerar um conjunto de fatores hereditários muito extensos, concebendo sob o escopo dessas reformulações fatores que muitas vezes não podem ser considerados como hereditários. Em outras palavras, as novas formulações acerca de herança julgam qualquer forma de mecanismo de transmissão de variabilidade genética como um mecanismo de conservação e acumulação de herança genética. A fim de esclarecer essa diferença, Merlin busca fazer quatro distinções com base na literatura em filosofia e biologia sobre herança: a) *Transmissão intergeracional, influências causais intergeracionais e exposições diretas ao ambiente*; b) *Três direções de transmissão: vertical, horizontal e oblíquo*; c) *Transmissão com ou sem material contido*; d) *Herança como uma causa e um efeito*.

Exponho-as, abaixo, dado que essas diferenciações possuem importância fundamental na explicação que Merlin fornecerá do que é TGH e do que é Herança e quais as diferenças entre eles.

⁴⁹ Ibidem 47

a) *Transmissão intergeracional, influências causais intergeracionais e exposições diretas ao ambiente*

Merlin (2017, p. 269-270) chama a atenção para o fato que os dois últimos fenômenos, *influências causais intergeracionais* e *exposições diretas ao ambiente*, são frequentemente confundidos com o primeiro, a *transmissão intergeracional*. Na transmissão intergeracional tem-se a transmissão de uma variante de uma geração para a outra e a continuação dessa transmissão através de progenitores para prole. Nos dois outros casos não há transmissão de uma variante de geração para geração pela relação progenitor-progênie.

No caso de influência causal intergeracional o que tem-se são situações em que o desenvolvimento parental ou a interação dos progenitores com as condições ambientais provoca mudanças na (s) característica (s) da prole. Um exemplo é a transmissão de recursos extras da mãe, através do leite materno, em ambientes onde há suprimentos de comida em abundância, pode vir a melhorar as condições da prole. Nesse caso há uma geração (progenitores) que intervém causalmente na vida da sua prole provocando alguma mudança que os afeta, mas não são casos de herança por não haver transmissão de uma variante e continuidade dessa transmissão através de gerações.

Também não são casos de transmissão intergeracional casos em que ocorrem exposições diretas, de progenitores e prole, ou mesmo células germinativas dessa prole, ao meio ambiente, e que provocam mudanças similares em suas características (MERLIN, 2017, p. 270). Um exemplo é o caso de redução da fertilidade masculina em muitas gerações ser devido ao fato de uma fêmea em gestação (geração F0) ser exposta a substâncias intoxicantes, juntamente com seu feto masculino (geração F1) e a linhagem germinativa fetal na origem do neto (geração F2). Nesses casos, não há transmissão e conservação de uma variante através de gerações, mas três gerações que foram afetadas, ao mesmo tempo, por exposição direta a substâncias tóxicas encontradas no ambiente.

b) *Três direções de transmissão: vertical, horizontal e oblíquo*

Segundo Merlin (2017, p. 270), há diferenças entre *transmissão vertical*, *transmissão horizontal* e *transmissão oblíqua*, pois, embora comumente todas sejam

tratadas como herança, há casos que contradizem as duas últimas formas de transmissão como mecanismos de conservação e continuidade de variantes através de gerações. Transmissão vertical ocorre quando há transferência de recursos de progenitores à progênie, inclui-se aqui a transmissão de fatores genéticos e epigenéticos, bem como casos de transmissão ecológica e cultural. Por sua vez, transmissão horizontal ocorre entre organismos que pertencem à mesma geração, aplica-se a transferência de fatores ecológicos e culturais, e às vezes a fatores genéticos e epigenéticos também. Por fim, transmissão oblíqua envolve organismos de diferentes gerações, que não são ligados por descendência direta, aplica-se normalmente a transferência de recursos ecológicos e culturais.

Tanto a transmissão horizontal quanto a oblíqua apresentam diversos casos que são contraditórios à concepção tradicional de herança e ao seu papel evolutivo. Merlin (2017, p. 270-271) destaca que há contextos em que uma bactéria ou um vírus passa de um organismo a outro que não faz parte de sua progênie. Essa é uma circunstância em que há transmissão hereditária ou simplesmente um caso de infecção ou contaminação? Essa mesma pergunta pode ser feita quando acontece a transferência de vírus entre organismos que pertencem a espécies diferentes, por exemplo, vírus transmitidos por ratos a humanos por meio de mordidas, isto é, não haveria aqui um caso de infecção ou contaminação também?

Também há situações em que organismos pertencem a espécies diferentes, na qual uma pode transferir comportamentos a outra, como no caso do *Homo sapiens* que adestram indivíduos da espécie *Canis familiaris*⁵⁰, podendo ainda, esse ensinamento ou treinamento acontecer dentro de uma mesma espécie, através de gerações diferentes, de mais velhos a mais novos, e vice versa. Seriam todos esses casos de transmissão hereditária ou seriam situações as quais um comportamento ou um fator cultural seria transmitido através da relação entre ensino-aprendizagem?

Segundo Merlin (2017, p. 271), outro exemplo de transmissão que é tomado como herança é a Transferência Genética Horizontal (TGH), que consiste na transmissão de DNA entre as células individuais através dos mecanismos de transdução, transformação e conjugação. Mesmo que essas sejam todas situações

⁵⁰ Cachorro

onde DNA é transmitido, o que é tradicionalmente aceito em biologia, nenhum desses processos envolve eventos geracionais.

Ao contrário, Transferência Genética Horizontal consiste em mecanismos de variabilidade, pelos quais bactérias e vírus adquirem variantes genéticas de outros organismos ou de recursos do meio ambiente e os integram ao seu próprio genoma. Em outros termos, a TGH é uma fonte de novas combinações genéticas, não podendo, deste modo, entendê-la como uma forma de herança, mas, como um mecanismo dedicado a transmitir uma variante adquirida em um dado momento. Essa variante poderá, uma vez que favorável a adaptação por seleção natural das linhagens populacionais, ser conservada e transmitida através das gerações, mas pelo mecanismo de herança, o qual cumpre tal função.

Ainda, pode ser acrescentado, que uma vez que o papel da herança na teoria evolutiva é garantir algum grau de continuidade permitindo episódios de seleção cumulativa que resultarão em adaptação, então, afirmar que transmissão horizontal ou transmissão oblíqua podem ser consideradas mecanismos de herança é ir contra o papel evolutivo dessa.

Tais formas de transmissão são, por outro lado, mecanismos de variabilidade, uma vez que através deles adquirem-se novas variantes para os organismos. Deste modo, transmissão hereditária é uma forma de transmissão genética, mas nem todas formas de transmissão genética podem ser consideradas como hereditárias, é o caso da transmissão horizontal e da transmissão oblíqua.

c) *Transmissão com ou sem material contido*

Conforme aponta Merlin (2017, p. 271-272) há transmissão material ou transmissão com material contido (*material overlap*) quando algumas partes de um organismo (progênie) já fizeram parte de pelo menos outro organismo (progenitor (es)). Exemplos de transmissão material são DNA, alguns fatores epigenéticos celulares, assim como fatores ecológicos são entidades materiais passadas de um organismo para o outro.

Por outro lado, a transmissão sem material contido (*without material overlap*), ou transmissão formal (MERLIN, 2017, p. 271-272), como também é denominada, consiste na transferência de formas ou estruturas. São exemplos desse tipo de transmissão a transferência de estruturas moleculares e celulares por meio de

modelos espaciais, como em casos de príons, membranas celulares e retrovírus. Também podem ser considerados casos de transmissão formal fatores comportamentais e culturais, uma vez que são passados por aprendizado e não envolvem necessariamente material contido.

Essa sugestão aponta que a transmissão material não é uma condição necessária para herança, aparentando ser mais ser uma garantia maior de que ocorreu herança se comparada a herança por transmissão formal. No entanto, transmissão material torna-se uma característica necessária de herança via reprodução (MERLIN, 2017, p. 272). Isto é, a produção de uma nova entidade sempre envolve alguma entidade material sendo passada de progenitores para progênie, e uma vez que reprodução possui um link privilegiado com herança, então, herança sempre vai envolver casos de material contido.

d) *Herança como uma causa e um efeito*

Herança pode ser entendida enquanto causa ou enquanto efeito (MERLIN, 2017, p. 272-723). Enquanto causa pode ser entendida como um conjunto de processos que causam a conservação de algo através de gerações. Enquanto efeito pode ser compreendida como padrões de semelhanças fenotípicas entre organismos genealogicamente relacionados, e a nível populacional, correlação (estatística) em variação fenotípica ao longo de gerações.

Essa distinção sugere, que qualquer redefinição que se pretende fazer de herança deve-se ater a causa e não ao efeito (MERLIN, 2017, p. 273). Isto é, dever-se-á focar nos processos que causam a conservação de algo, visto que as semelhanças entre progênie e progenitores não são necessariamente um efeito dos processos de herança, podendo haver casos em que traços fenotípicos pulam uma geração ou mais em seu aparecimento.

4.1.2 Transferência Genética Horizontal e Herança

A partir das quatro distinções acima, Merlin (2017, p. 268-276) estabelece o que é e quais as diferenças no que entende-se por *transferência genética lateral* e por *herança*. Isto é, considera-se que a TGH é um mecanismo de transmissão de variabilidade genética, uma fonte de novas combinações genéticas, diferentemente do mecanismo de herança que procura conservar e transmitir informações genéticas.

Deste modo, quando há situações, como as descritas no capítulo anterior, em que bactérias aderem informações genéticas de outras bactérias de linhagens diferentes, ou casos em que vírus de linhagens diferentes trocam informações genéticas entre si, não há casos de transmissão de herança genética, pois não é essa a função da TGH. Dito de outro modo, o que ocorre a partir da Transferência Genética Horizontal são casos de transmissão de novas variantes que podem vir a ser adquiridos e conservados ou não a partir deste momento, mas por outros mecanismos que não o próprio TGH, e sim pelos mecanismos de herança.

A noção de *herança*, para Merlin (2017, p. 273-274) é mais estreita que a noção de transmissão. Quer dizer, herança seria uma forma de transmissão assim como outras, como são os casos de contaminação, infecção, aprendizado social e mais. Mas o que difere herança dessas outras formas de transmissão é que ela refere-se a um conjunto de processos causais que possibilitam a conservação e continuidade de características através das gerações dos organismos. Enquanto as outras formas de transmissão possuem o papel de adquirir variações e não são mecanismos de conservação, não cumprindo assim o papel evolutivo que cumpre a herança.

Tendo ciência que herança é uma forma específica de transmissão, Merlin (2017, p. 274), salienta que uma reformulação de sua concepção que faça justiça necessita ser mais larga que a noção tradicional desenvolvida em 1950, dado que inclui nem sempre e exclusivamente herança genética, mas, também deve ser mais restrita que formulações contemporâneas⁵¹ considerando-se as distinções apontadas acima.

Deste modo a noção de herança deve estar limitada a transmissão intergeracional via reprodução, afim de manter as características fenotípicas e as variações ao longo das linhagens entre progenitores-progênie (MERLIN, 2017, p. 274). Dito de outro modo, para que a transmissão de informação cumpra o papel de herança, ela deve ser uma transmissão com material contido e isso ocorre via reprodução. Merlin, então, reconhece que a noção de herança está atrelada a noção de reprodução.

Devido a noção de reprodução ser necessária à noção de herança, antes de definir herança, Merlin defini reprodução como "a produção de novas (contáveis)

⁵¹ Ibidem 47

entidades que são dotadas com a capacidade de adquirir (ou ter) a capacidade de se reproduzir" (MERLIN, 2017, p. 275, *tradução minha*). A partir dessa definição tem-se que herança é "uma transmissão intergeracional, via reprodução, do conjunto de fatores e mecanismos (genético e não genéticos) que conferem a nova entidade a capacidade de adquirir (ou ter) a capacidade de reproduzir" (MERLIN, 2017, p. 275, *tradução minha*).

A partir do panorama apresentado até aqui, é possível iniciar o caminho para a solução do problema imposto pela Transferência Genética Horizontal à categoria de espécie. Isto é, a diferença apresentada por Merlin entre os fenômenos de *herança* e *TGH* torna possível esclarecer qual a função de cada um desses processos em uma linhagem evolutiva. Dito de outro modo, a herança cumprirá a função de conservar e acumular variantes em prol de uma seleção cumulativa, enquanto a TGH fornece novas combinações, novas variantes, que poderão, ou não, vir a ser conservadas pela herança.

Tem-se, arrisco-me a dizer, duas ferramentas complementares de "trabalho", mas que certamente não são as mesmas. Então, na ocorrência de uma informação ser transmitida a partir de um processo de TGH não é correto apontar tal informação como parte da herança de uma determinada linhagem, pois, não fora transmitida e conservada pelo processo que tem essa função, isto é, a herança.

Quando refiro-me que inicio a partir de Merlin a apresentação da solução do problema que a Transferência Genética Horizontal trouxe à categoria de espécie é porque acredito ser de extrema importância a diferenciação acima, porém, ainda não suficiente. Por mais que Merlin tenha formulado, como apresentei acima, uma definição de herança, essa que está associada a noção de reprodução, discordo que é por meio da herança que seja possível manter a verticalidade e a individualidade das linhagens, conservando também a categoria de espécie.

Considero não ser possível esse feito a partir da noção de herança apontada por Merlin (2017), por concordar com dois apontamentos de Gustavo Caponi (2020a, p. 283; 2020b, p. 32): O primeiro seria que por mais que Merlin tenha acertadamente apontado que para que ocorra a transmissão de herança seja necessária a via reprodutiva, a definições de reprodução e conseqüentemente a de herança, propostas por Merlin são recursivas – devido ao papel que Merlin dá a reprodução – fazendo com que sejam restritivas demais. O segundo motivo é que o que mantém a

verticalidade e a individualidade das linhagens evolutivas está para além da herança, isto é, o verdadeiro elo vertical por qual as linhagens se constituem é pela relação filial entre progenitor-progênie (CAPONI, 2020 b, p. 31-33; CAPONI, 2022, p. 7-11).

Deste modo, na próxima seção, apresentarei as concepções de reprodução e herança desenvolvidas por Gustavo Caponi – no que elas assemelham-se e diferenciam-se das concepções de Merlin – bem como elas direcionarão a relação filial de progenitor-progênie, este que é o verdadeiro nexos vertical entre as linhagens evolutivas. A partir do nexos vertical entre progenitor-progênie é possível apontar o porquê as linhagens mantêm-se evoluindo separadamente e verticalmente sem interferência real da Transferência Genética Horizontal, solucionando-se em consequência disso, os “fantasmas” em decorrência da TGH, à categoria de espécie e ao Conceito de Espécie Evolutivo, como verificar-se-á no próximo e último capítulo.

4.2 RELAÇÃO FILIAL ENTRE PROGENITOR-PROGÊNIE: O NEXO QUE MANTÉM A VERTICALIDADE DAS LINHAGENS

Como antecipei no final da seção anterior, Caponi (2020 b, p. 31-33; 2022, p. 7-11) explica que o que mantém o nexos vertical entre as linhagens, permitindo que essas evoluam verticalmente e individualmente, é a relação filial entre progenitor-progênie. Para definir a relação entre progenitor-progênie é necessário, primeiro, apresentar as concepções formuladas por Caponi (2020 a, p. 280-283) de reprodução e herança, pois estas estão acopladas a concepção de filiação.

Deste modo, abaixo, início em 4.2.1 *Reprodução e Herança* pela exposição das concepções de reprodução e herança de Caponi, seguindo em 4.2.2 *O nexos filial entre progenitor-progênie e a solução para a Transferência Genética Horizontal* com a exposição da sua noção de filiação, apresentando como ele nos traz uma solução para o problema da Transferência Genética Horizontal.

4.2.1 Reprodução e Herança

Caponi (2020a, p. 276), assim como Merlin (2017, p. 273-274), assume a diferença entre a extensão sob o conceito de recurso ontogenético da extensão sob o conceito de herança. Dito de outro modo, o que é abarcado pela noção de recurso

ontogenético é mais largo que o que está sob a noção de herança, assim, nem todo recurso ontogenético que é transmitido transgeracionalmente e que seja importante para o desenvolvimento, é herança.

Essa diferença deve-se à associação que a noção de herança possui com a reprodução, necessária para que venha a ocorrer o processo de seleção natural (CAPONI, 2020a, p. 277). Isto é, para que se cumpra a função da herança, de conservar e gerir as variantes favoráveis à população que são transmitidas através das gerações, possibilitando que venha a ocorrer o processo de seleção natural, é necessário que a transmissão dessas variáveis seja vertical, passadas unicamente dos indivíduos que se reproduzem aos indivíduos resultados dessa reprodução.

Merlin, como foi visto na seção anterior, parte de uma definição de reprodução para formular a definição de herança, Caponi fará o mesmo, definindo herança a partir de uma noção de reprodução, mas diferente da noção de reprodução usada por Merlin. Permita-me retomar, rapidamente, os conceitos de reprodução e de herança como foram entendidos por Merlin, para que seja possível salientar tais diferenças.

Para Merlin, reprodução é "a produção de novas (contáveis) entidades que são dotadas com a capacidade de adquirir (ou ter) a capacidade de se reproduzir" (2017, p. 275, *tradução minha*), conseqüentemente, herança pode ser definida, então como "uma transmissão intergeracional, via reprodução, do conjunto de fatores e mecanismos (genético e não genéticos) que conferem a nova entidade a capacidade de adquirir (ou ter) a capacidade de reproduzir" (2017, p. 275, *tradução minha*). Merlin, em ambas as definições, outorga um papel à reprodução que Caponi evita, uma vez que são propostas recursivas, gerando diversas restrições (CAPONI, 2020a, p. 283).

Tais restrições ocorreriam, segundo Caponi (2020a, p. 283), porque a capacidade de se reproduzir, apontada por Merlin, a qual deveria ter os sistemas resultantes de processos reprodutivos, traz como consequência, por exemplo, que a procriação de uma mula, por parte de uma égua e um burro, não poderia ser considerada como fenômeno de reprodução. O que levaria, do mesmo modo, a negar que nessa situação ocorre um fenômeno hereditário, pois a égua e o burro não estão transmitindo a sua progênie a capacidade de se reproduzir.

Deste modo, para evitar tais restrições, Caponi definirá reprodução, e conseqüentemente, herança, apelando a outras considerações. Abaixo, apresento,

primeiro, seu conceito de reprodução, para depois apresentar o conceito de herança formulado a partir desse:

Reprodução:

“Um sistema X se reproduz quando ele gera outro sistema Z tal que:

[1] Z guarda alguma semelhança estrutural e funcional com X; e essa semelhança não pode aplicar-se sem a mediação de X.

[2] A ontogenia de Z supõe, em seu início e como condição necessária, materiais M produzidos e configurados pela atividade de X; e que, em algum momento de sua constituição, chegam a funcionar como parte de X.

[3] Em algum momento de sua ontogenia, Z pode gerar, por sua própria atividade, as estruturas e os recursos que precisa para persistir com independência de X. (CAPONI, 2020 a, p. 280, *tradução minha*).”

Deste modo, aponta Caponi (2020a, p. 280-281), para que haja reprodução, é necessário que se cumpra três condições:

1. Um sistema Z que seja gerado a partir da atividade de outro sistema X
2. Uma parte dos materiais necessários para a ontogenia de Z tenha sido parte de X, que foram produzidos e moldados pela atividade de X.
3. A estrutura que surge pode ser considerada como possuindo ou tendo a possibilidade de alcançar um desenvolvimento independente do indivíduo que a produziu.⁵²

Dada a definição de reprodução apresentada acima, Caponi deriva a seguinte definição de herança:

“Dado o processo reprodutivo por qual o sistema X gera a um sistema Z, se pode caracterizar como recursos ontogenéticos hereditários a aqueles que, havendo sido condição necessária para o efetivo início da ontogenia de Z, e também para sua eventual reprodução, foram previamente configurados pela atividade de X, chegando inclusive a comportar-se, em algum momento, como partes suas.” (CAPONI, 2020a, p. 283, *tradução minha*)

É importante ressaltar dois apontamentos, feitos por Caponi (2020a, p. 283), acerca da definição de herança apresentada acima: O primeiro é que dado que o surgimento de Z depende de recursos ontogenéticos que fizeram parte de X, então, se caso Z vier a reproduzir-se, é esperado que haja semelhança entre X e os sistemas

⁵² Caponi (2020a, p. 281) nessa terceira condição para a definição de reprodução procura elucidar uma diferença muito importante entre reprodução e crescimento. Isto é, o que diferencia reprodução de crescimento é o fato que a estrutura que surge no caso da reprodução pode ser considerada como possuindo ou passível de alcançar, pelo seu próprio desenvolvimento, uma viabilidade independente do indivíduo que a produziu. A está diferença Caponi (2020b, p. 27) também a denomina como Reprodução malthusiana (reprodução) e Reprodução ontogenética (crescimento). Para exemplos ver Caponi (2020a, p. 281-282; 2020b, p. 29-30).

que são resultantes da eventual reprodução de Z. Dito de outro modo, a transmissão de recursos ontogenéticos não está limitada a uma única sequência geracional.

O segundo apontamento (CAPONI, 2020a, p. 283) é que a definição acima proposta traz consigo uma restrição que deriva da verticalidade da transmissão. Isto é, a hipótese que os recursos que fazem parte do legado hereditário devem ser produzidos e configurados pelo sistema que se reproduz. Deste modo, exclui-se da transmissão de herança coisas que são cruciais para a ontogenia de um sistema resultante, mas que não foram produzidos e configurados pelo sistema que se reproduziu. É o caso, por exemplo, da luz que os girinos precisam para se desenvolverem-se e transformarem-se em sapos.

A restrição à verticalidade, mencionada no segundo apontamento, ocorre porque, segundo Caponi (2020a, p.284), recursos ontogenéticos que fazem parte da herança só podem persistir e preservar sua organização em razão de sua integração funcional no sistema que se reproduz ou no sistema que resulta dessa reprodução. Deste modo, um ninho de um pássaro não será parte desse, pois, por mais que tal estrutura seja produzida por um pássaro, ela pode persistir e ser usada por outros seres vivos independentemente da ave que a construiu.

No entanto, Caponi (2020a, p. 284-285), ressalta que mesmo que sua noção de herança imponha restrições, as quais não são encontradas nas noções ampliadas de herança⁵³, ela também não ficará restrita a ácidos nucleicos (DNA), assumindo, assim como Merlin, uma “definição restrita de herança ampliada” na qual podem abarcar a seguinte lista de materiais e fatores hereditários:

“Componentes de DNA e proteína de cromatina; fatores epigenéticos celulares (proteínas que produzem loops autossustentáveis, micro RNA, grupos metílicos e padrões resistentes a reprogramação do epigenoma); organelas citoplasmáticas como as mitocôndrias maternas; gradientes químicos intracelulares; membranas nucleares e celulares; e alguns endossimbiontes, em particular os que acompanham os gametas maternos. (MERLIN, 2017, p. 276, *tradução minha*)

Embora ambas as definições acima sejam importantes, elas ainda não explicam qual é o nexos que permite que as linhagens continuem evoluindo verticalmente, de modo a respeitar a individualidade de cada uma a despeito da transmissão genética lateral. Mas elas fazem parte do contínuo para explicar esse nexos que permitirá a independência de tais linhagens. Isto é, para chegar-se a definir

53 Ibidem 47

a relação entre progenitor-progênie (CAPONI, 2022, p. 7-11), este que é o verdadeiro elo vertical entre as linhagens, é preciso entender as definições de reprodução e herança, pois elas fazem parte e permitem atingir a definição de filiação.

Deste modo, uma vez apresentadas ao leitor as definições de reprodução e herança nesta seção 4.1, sigo na próxima seção 4.2 com a explicação do elo vertical entre as linhagens proporcionado pela relação filial entre progenitor-progênie e como esse soluciona a Transferência Genética Horizontal.

4.2.2 O nexó filial entre progenitor-progênie e a solução para a Transferência Genética Horizontal

O elo que permitirá que as linhagens mantenham-se evoluindo de forma vertical e independentemente, segundo Caponi (2022, p. 7-11) é a relação de filiação entre progenitor-progênie. Isto é, este é o nexó que permite que as linhagens evoluam separadamente mesmo que ocorra a transmissão horizontal genética e essa possa vir a embaralhar, por vezes, tais relações de filiação. Deste modo, a definição da relação filial entre progenitor-progênie é fundamental para explicar como se constitui as linhagens e como mantemos a representação das relações filogenéticas dessas linhagens como uma “árvore da vida” Darwiniana as quais estão a evoluir separadamente.

Filiação:

“[...] um sistema biológico M é progenitor de um sistema biológico H, se e somente se:

[1] A existência de H resulta da atividade e do funcionamento de M

[2] Em parte, as semelhanças estruturais e funcionais entre M e H se explicam pela mediação de M.

[3] A ontogenia de H supõe, em seu início e como condição necessária, recursos ontogenéticos produzidos por M e que em algum momento foram partes suas.

[4] Em alguma etapa de sua ontogenia, H pode sobreviver com independência de M, ou de qualquer outra estrutura que substitua as funções que M desempenharia no suporte a H.

[5] H pode ser um competidor ecológico de M.” (CAPONI, 2022, p. 7-8, *tradução minha*)

É possível observar na definição acima, nos itens 1, 2, 3 e 4, que está acoplada a definição de reprodução antes mencionada, o que implicará que para H ser progênie de M, é necessário que H seja resultado de um processo passível de

considerar como reprodução de M , deste modo, acompanhando Caponi (2022, p. 8-9), pode-se dizer que na relação de filiação entre progenitor-progênie tem-se que:

1. A progênie H será atividade do progenitor M
2. As partes semelhantes que podem existir entre a progênie H e o progenitor M , resultam da atividade do progenitor M . Em outras palavras, essas partes semelhantes não poderão ser explicadas pela mediação de regularidades físicas, por agentes alheios ao progenitor M , ou mesmo como resultado de fatores ambientais.
3. Existirá um conjunto inicial de fatores e recursos necessários e imprescindíveis para o início e o desenvolvimento da progênie H , que além de serem produzidos e transmitidos pelo progenitor M , devido ao seu próprio funcionamento, também foram partes desse progenitor M .
4. A progênie H – estrutura resultado do processo de reprodução do progenitor M – será funcionalmente autônoma com relação ao seu progenitor M .

↳ Assim como na definição de reprodução vista na seção anterior, H só será progênie de M se for independente e puder vir a competir com seu próprio progenitor M , se este sobreviver. É o que Caponi (2022, p. 9) denomina como autonomia malthusiana, requerida para que ocorra a reprodução e necessária para a relação de filiação, também. Deste modo, acrescenta-se uma última suposição:

5. Que para H ser progênie de M é necessário que: a progênie H possa competir ecologicamente com o progenitor M .

Encontra-se também referência a definição de herança, no item 3 da definição de filiação quando Caponi refere-se ao ‘conjunto de recursos ontogenéticos’ produzidos por M e que em algum momento foram partes de M , como condição necessária para o início da ontogenia de H . Mas como já mencionado acima, o que a definição de relação filial pretende mostrar está para além das noções de reprodução e herança, embora, faça-se uso dessas.

Segundo Caponi (2022, p. 9-10), o que a definição de relação filial pretende expressar é que ao buscar-se reconstruir nossas relações de filiação, a pergunta que deve ser feita para atingir essa busca não é por quais genes temos, mas por quem são nossos progenitores e ancestrais. Isto é, sou neta de meus avós não porque herdei seus genes, mas herdei seus genes porque há uma relação de filiação entre nós, herdei seus genes porque meus avós ao reproduzirem meus progenitores diretos

passarem esses genes a eles, e meus progenitores ao reproduzirem-se e ter-se eu como resultado dessa reprodução, herdei tais genes.

Deste modo, salienta Caponi (2022, p. 10), se em um embrião for inserido genes diferentes aos de seus organismos progenitores, apesar dessa inserção causar efeitos ontogenéticos ao embrião, e embaraçar a identificação das relações filogenéticas, isso não o transformará em progênie do organismo do qual provém os genes distintos. Isto ocorre porque não são os genes que constituem as linhagens verticais e independentes que representam a 'árvore da vida' e as relações filogenéticas, mas sim a relação de filiação entre progenitor-progênie.

Dito de outro modo, mas ainda de acordo com Caponi (2022, p. 10), um gene pode ser um índice confiável, porém ainda falível, de filiação e assim pode servir tanto para reconstruir linhagens como filiações. No entanto não são os genes que estabelecem ou determinam a filiação, sendo essa determinada pela relação progenitor-progênie.

Em vista disso, aponta Caponi (2022, p. 10), pode-se afirmar que a transferência genética horizontal não acarreta problemas para a noção de linhagem vertical, mesmo que ainda existindo complicações na identificação e reconstrução dessa linhagem, como ocorre em organismos procariontes. Mesmo diante dessas possíveis complicações, se for feita a diferenciação entre filiação e herança, a transferência genética horizontal não poderá ser considerada como uma evidência contrária a imagem de 'árvore da vida' que tem-se das relações filogenéticas, e é explicada pela evolução.

Ademais, a própria facilidade com que se fala em 'transferência horizontal' pressupõe a existência de um eixo vertical que é definido pela relação de filiação, eixo vertical esse que é definido por linhagens distintas que continuam a evoluir sem que essa transferência horizontal leve a conflitos ou entrecruzamentos dessas linhagens. Portanto, aponta Caponi (2022, p. 10) é possível afirmar que a Transferência Genética Horizontal, desde um ponto de vista evolutivo, é um fenômeno que comporta-se assim como a mutação. Uma vez que em ambos os fenômenos há disponibilidade de novas combinações genéticas que estarão submetidas ao controle das pressões seletivas que podem operar sobre a linhagem em questão.

Em vista do que fora dito, considero ter apresentado, a partir de Francesca Merlin (2017) e Gustavo Caponi (2020a, 2020b, 2022) a solução para a o problema da Transferência Genética Horizontal.

Essa solução inicia-se ao apontar com Merlin que TGH e Herança possuem funções diferentes em uma linhagem evolutiva. A primeira, a Transferência Genética Horizontal, é uma forma de transmissão de variabilidade genética, ofertando aos organismos maiores possibilidades de novas combinações genéticas. A segunda, a Herança, também uma forma de transmissão, que ocorrerá por via reprodutiva, mas que cumpre a função de conservar e dar continuidade para características através das gerações dos organismos, possibilitando a seleção acumulativa e assim o processo de evolução. São, como afirmei acima, ferramentas diferentes mas que são complementares em prol do processo evolutivo.

A segunda parte da solução para o problema da Transferência Genética Horizontal, será dada a partir de Caponi com a noção de relação de filiação entre progenitor-progênie, essa que mantém o nexo vertical entre as linhagens e possibilitam que essas evoluam de forma separada e independente. O nexo vertical dado pela relação de filiação entre progenitor-progênie permite que a Transferência Genética Horizontal deixe de ser vista como um problema para a noção de linhagem, pois as linhagens continuarão distintas e evoluindo separadamente apesar da ocorrência da TGH. Dito de outro modo, o que mantém a verticalidade das linhagens não são os genes que herdo, mas as relações de filiação que possuo com meus progenitores diretos, e seus ancestrais que me fizeram herdar determinados genes.

A resolução para o “fantasma” que pairou, durante muito tempo, sobre a noção de linhagem, isto é, a Transferência Genética Horizontal, abre a possibilidade para que no próximo capítulo seja possível fazer uma defesa tanto da existência de uma categoria natural de espécie, quanto de um conceito para essa categoria. Deste modo, no 5º e último capítulo deste trabalho: *Uma defesa da categoria de espécie e do pluralismo hierárquico*, pretendo defender em 5.1 *A categoria de espécie é natural* a possibilidade da existência de uma categoria natural de espécie, assumindo para esta uma abordagem Pluralista Hierárquica em sua definição em 5.2 *Conceitos Operacionais* a partir da abordagem do pluralismo hierárquico sugiro conceitos operacionais que podem ser úteis para a delimitação de taxa de espécie, em 5.3 *Conceito de Espécie de Informação Codificada: Um conceito operacional para*

procariontes e vírus sugiro o Conceito de Espécie de Informação Codificada como um novo conceito operacional, exclusivo para Procariontes e Vírus.

5 UMA DEFESA DA CATEGORIA DE ESPÉCIE E DO PLURALISMO HIERÁRQUICO

No capítulo 4 ofereci a solução para o problema causado pela transferência genética horizontal à verticalidade e independência das linhagens ao apresentar a relação de filiação progenitor-progênie como o nexos que as possibilita de evoluir separadamente. Deste modo, neste quinto e último capítulo que apresentarei, procuro arguir em favor da existência de uma categoria de espécie, bem como assumir uma determinada abordagem pluralista no que diz respeito a definição desta categoria em *5.1 A categoria de espécie é natural*. Em *5.2 Conceitos Operacionais* arrolo alguns conceitos de espécies que podem ser utilizados na abordagem do pluralismo hierárquico para a delimitação e individuação dos taxa de espécie. Por fim, em *5.3 Conceito de Espécie de Informação Codificada: Um conceito operacional para procariontes e vírus*, em um esforço final para esse texto, procuro sugerir o Conceito de Espécie de Informação Codificada, desenvolvido por Francisco Prosdociimi e Sávio Torres de Farias, como um novo conceito operacional exclusivo para organismos procariontes e vírus.

5.1 A CATEGORIA DE ESPÉCIE É NATURAL

É preciso, para defender a categoria de espécie e uma abordagem Pluralista Hierárquica a está, lembrar rapidamente alguns apontamentos já trabalhados no capítulo três. Refiro-me aos aspectos colocados por Ereshefsky e Richards para que haja uma categoria natural de espécie – uma explicação comum a todos os organismos que compõem a categoria de espécie – resultando em um essencialismo fraco, no que diz respeito ao primeiro, e na relação genealógica envolvendo linhagens ancestrais descentes, no caso do segundo. Deste modo, peço licença ao leitor, para lembrar, mesmo que de maneira breve, tais condições.

Em 3.3 “Diferenças entre organismos eucariontes e organismos procariontes e vírus: problemas à existência da categoria de espécie” fora possível conferir que para Ereshefsky uma categoria natural de espécie necessita ter no mínimo os seguintes três critérios:

"primeiro, a maioria das entidades nessa categoria deve compartilhar uma característica comum. Segundo essa característica deve nos ajudar a entender a natureza das entidades dessa categoria. Terceiro, essa

característica deve distinguir a maioria das entidades dessa categoria das entidades de outras categorias” (ERESHEFSKY, 2010, p. 559, tradução minha).

Fora visto, também, que não é possível, primeiro, para Ereshefsky, haver uma categoria procarionte natural, pois nenhuma das seguintes possíveis abordagens propostas para explicá-la e delimitá-la é satisfatória: *unidades recombinativas*, por meio do Conceito de Recombinação; *unidades ecológicas*, por meio do Conceito de Cohan; *unidades filogenéticas* por meio do Conceito Filogenético Aplicado a Procariontes; constituindo-se assim de uma categoria heterogênea.

Do mesmo modo ocorre à categoria eucarionte, isto é, constitui-se heterogênea, pois não possui uma característica distinta e comum a todos os organismos, a qual poderia indicar a naturalidade desta. Deste modo, segundo Ereshefsky (2004, p. 130) é dividida em três linhagens diferentes: linhagens formadas por *unidades reprodutivas* e delimitadas pelo Conceito Biológico de Espécie; linhagens formadas por *unidades ecológicas* e delimitadas pelo Conceito Ecológico de Espécie; e linhagens formadas por *unidades filogenéticas* delimitadas pelo Conceito Filogenético de Espécie.

Segue-se do que fora dito acima, que não há uma categoria natural nem de procariontes, e nem uma categoria natural de eucariontes. Ademais, não há também uma categoria natural geral de espécie, na concepção de Ereshefsky (2010, p. 561-562), isto é, uma característica que possa ser no mínimo apontada em comum entre a categoria procarionte e a categoria eucarionte. Isto deve-se ao fato que necessitar-se-ia de similaridades entre as linhagens resultantes dos conceitos Reprodutivo e Recombinativo, Ecológico e de Cohan, Filogenético aplicado a eucarionte e Filogenético aplicado a Procariontes, e confere-se nas páginas 73-74 deste trabalho, não é possível.

Pelo lado de Richard A. Richards tem-se que uma categoria natural de espécie poderia ser explicada a partir de uma abordagem Pluralista Hierárquica, isto é, temos um conceito que define essa categoria, e conceitos operacionais, que auxiliam na delimitação dos taxa de espécie. Deste modo, Richards endossa o Conceito Evolutivo formulado por Mayden (1997, p. 395), no qual defende que a categoria natural de espécie pode ser explicada como “uma linhagem de populações ancestrais descendentes, com um papel evolutivo distinto, uma tendência evolutiva distinta e um destino histórico distinto” (RICHARDS, 2010, p. 141-143, p. 215, *tradução minha*).

Enquanto que conceitos que até então eram pretensos para definir a categoria de espécie, mas na verdade configuram-se como operacionais, como o Conceito Biológico de Espécie, o Conceito Ecológico de Espécie ou o Conceito Morfológico de Espécie, passam a responder, de forma hierárquica, conforme sua pertinência à definição de espécie, auxiliando na delimitação dos taxa.

Diferentemente de Ereshefsky que condiciona a unidade e assim a realidade natural da categoria de espécie a um essencialismo fraco, procurando por uma ou mais características que sejam distintas e comuns à maioria dos organismos que compõem essa categoria, Richards concebe essa unidade a partir das relações genealógicas desses organismos. Dito de outro modo, a partir de como essas relações genealógicas ocorrem restritas a um determinado tempo e espaço, compreendendo, assim, os organismos que compõem a categoria de espécie enquanto Indivíduos. Deste modo, a explicação oferecida por Richards para a categoria de espécie, endossando o Conceito Evolutivo de Espécie, compreende que a categoria é real e composta por entidades entendidas como indivíduos.

A Transferência Genética Horizontal (transdução, transformação e conjugação) coloca em dúvida o conceito endossado por Richards para descrever a categoria natural de espécie, dado que se passa a duvidar que a grande maioria das linhagens de organismos procariontes (bactérias) e vírus (bacteriófagos) possam evoluir separadamente e independentemente devido a troca de material genético entre linhagens populacionais diferentes. O resultado da TGH para boa parte dos organismos procariontes e vírus é a ramificação e quebra da verticalidade das linhagens, o que as impedem de ser explicadas como “linhagens populacionais ancestrais descentes”, tal qual os eucariontes, e impossibilitando uma categoria natural de espécie.

A solução para o impasse imposto pela transferência genética horizontal, como fora apontada no capítulo anterior, é dada pela relação de filiação entre progenitor-progênie, apresentada por Caponi (2022). Embora Merlin (2017) ofereça a importante diferença entre as funções entre os mecanismos de *Herança* e *TGH*, é na relação de filiação desenvolvida por Caponi que se encontra o verdadeiro nexo vertical pelo qual pode-se afirmar que as linhagens evoluem separadamente e independentemente, mesmo que ocorra eventos de Transferência Genética Horizontal. Dito em outras palavras, mesmo que ocorra troca de informação genética

entre linhagens populacionais diferentes, não são esses genes que mantêm o nexo vertical e a independência entre essas linhagens populacionais, mas, sim, a relação de filiação entre progenitor-progênie.

A partir desta solução apresentada para os problemas trazidos à verticalidade e independência das linhagens pela TGH, podemos afirmar o seguinte:

A categoria de espécie é uma categoria natural, composta por entidades entendidas como indivíduos e pode ser conceituada a partir da abordagem do Pluralismo Hierárquico

A categoria de espécie será uma categoria natural, uma categoria real, visto que os grupos de organismos que a compõem compartilham de uma mesma explicação do que é ser espécie. Tanto Ereshefsky quanto Richards procuraram dar tais explicações. O primeiro afirmou que para que pudesse haver uma categoria natural de espécie haveriam os organismos de compartilhar características comuns e distintas, apelando a um essencialismo fraco, do qual não é possível haver uma defesa. O último, Richards, admite que não é necessário para a categoria de espécie ser natural haver um requerimento essencialista, afirmando ser possível explicá-la apelando para uma outra forma de unidade que não seja a de características básicas e compartilhadas. Para Richards é possível explicar a categoria de espécie como “linhagem populacional ancestral descendente” que estará restrita a um tempo e a um espaço, entendendo a categoria de espécie como composta de indivíduos.

Solucionando-se o problema da TGH é possível apontar que a categoria de espécie é natural – não porque todos os grupos de organismos que compõem espécie possuem características comuns e distintas – mas porque *eucariontes*, *procariontes* e *vírus* podem ser explicados do mesmo modo como “linhagens populacionais ancestrais descendentes” ... “com um distinto papel evolutivo, uma distinta tendência evolutiva, e um distinto destino histórico”. Isto é, ao solucionar os reverses trazidos pela transferência genética horizontal, principalmente aos *procariontes* e *vírus*, a partir da *Relação de Filiação* entre *progenitor-progênie* é possível afirmar que as ‘linhagens

populacionais ancestrais descendentes' mantêm sua verticalidade, evoluindo separadamente, com seu próprio *papel, tendência evolutiva e destino histórico*.

Indo na mesma direção de Richards, e considerando a solução (aqui proposta) do problema colocado pela TGH, também é possível afirmar que a categoria de espécie pode ser entendida como aludindo a indivíduos. Isto é, como referida a grupos de seres vivos individuais entendidos como "linhagens populacionais que guardam relações de ancestralidade e descendência, que possuem seu próprio papel e tendência evolutiva, bem como um destino (fate) histórico distintivo". Quer dizer: as espécies são entidades históricas local e temporalmente restritas, que estão sob ação da seleção natural e a outros fatores evolutivos.

Segue-se às afirmações de que é a categoria de espécie natural e compreendida de grupos de organismos entendidos como Indivíduos, a partir da solução apresentada (relação de filiação entre progenitor-progênie), que é possível defender uma abordagem Pluralista Hierárquica no que diz respeito a sua definição. Dito de outro modo, a explicação dada para a categoria de espécie natural apresentada por Richards, a partir do Conceito Evolutivo de Espécie, defendido na abordagem do Pluralismo Hierárquico é a definição dessa categoria.

Explicar as espécies pelo Conceito Evolutivo de Espécie é vago, abrangente, e está de acordo com a teoria evolutiva, conciliando ao modo de Whewell como explicar a categoria de espécie em um conceito básico. O Conceito Evolutivo explica como pode-se entender os grupos que compõem essa categoria, no entanto, não oferece critérios para delimitar-se e individualizar-se esses grupos de espécies. Deste modo, a abordagem de Richards oferece o que se denomina de regra de correspondência: conceitos operacionais que possibilitam a delimitação e individualização de uma espécie. Dito de outro modo, a partir dos conceitos operacionais utilizados, posso afirmar não só que espécies podem ser entendidas como "linhagens populacionais ancestrais descendentes..." mas também é possível delimitá-las e individualizá-las.

Em vista disso, na seção seguinte, 5.2 Conceitos Operacionais, arrolarei algumas sugestões de conceitos operacionais, que outrora foram pretendidos como conceitos para definir a categoria de espécie e podem ser úteis para a delimitação e individualização dos grupos dos taxa de espécies na natureza.

5.2 CONCEITOS OPERACIONAIS

Mesmo correndo o risco de ser repetitiva, preciso lembrar ao leitor alguns apontamentos feitos por Richards e já mencionados anteriormente nesse texto afim de tornar mais precisa a apresentação que se segue.

Os conceitos operacionais são avaliados em virtude de: sua operacionalidade, no que diz respeito a facilidade de observação e aplicação a um fenômeno; e de sua relevância teórica no que diz respeito a pertinência ao conceito teórico, bem como o papel por eles desempenhado dentro do framework da teoria evolutiva. (RICHARDS, 2010, p. 135-136).

Em outras palavras, os conceitos operacionais serão considerados úteis para a delimitação e individuação dos taxa de espécie desde que sejam “ferramentas” que facilitem a observação de dados empíricos e que sejam de fácil aplicação a esses dados. Serão também adequados à medida que respondem as necessidades do conceito teórico e as explicações da teoria da evolução sobre o mundo orgânico.

Tenho acordo com o princípio da proliferação (RICHARDS, 2010, p.139)⁵⁴ e deste modo considero que quanto mais conceitos operacionais forem possíveis ser utilizados para identificar as espécies, melhor será a identificação de “uma linhagem populacional ancestral descendente... com seu próprio papel, tendência evolutiva e destino histórico”. Deste modo, sugirirei, abaixo, alguns conceitos operacionais que podem ser adequados para essa delimitação.

No entanto, de antemão, deixo claro ao leitor, que minhas sugestões serão superficiais, não pretendo aprofundar-me na análise e crítica de tais conceitos sugeridos aqui. Alguns já foram trabalhados nos capítulos iniciais, como os Conceitos Biológico e Ecológico de espécie, outros, demandariam um trabalho a parte para poder efetuar-se tal discussão. Apresento, a seguir conceitos fundamentados em **Isolamento Reprodutivo, Isolamento Ecológico, Similaridades Morfológicas/Genéticas e Filogenia.**

⁵⁴ “Quanto mais orientação operacional nós tivermos na identificação de segmentos de linhagens populacionais, melhor. Ao invés de almejarmos por consiliência aqui – unificação sob um único conceito – nós devemos visar pela multiplicação ou proliferação de conceitos de espécies. Quanto mais melhor!” (RICHARDS, 2010, p. 139, *tradução minha*)

5.2.1 Isolamento Reprodutivo

Dentre os conceitos baseados em *Isolamento Reprodutivo* pode ser encontrado, no início deste trabalho, o *Conceito Biológico de Espécie*. Relembrando rapidamente esse conceito delimitado por Ernst Mayr “Espécies são grupos de populações naturalmente intercruzáveis que se reproduzem isoladamente de outros grupos de populações” (1963, p. 17, tradução minha). É possível, também, sugerir como conceito operacional ao menos dois outros conceitos de cunho reprodutivo: *Conceito de Espécie de Reconhecimento* “Uma espécie é a população mais inclusiva de indivíduos, organismos biparentais que compartilham um sistema comum de fertilização” (PATERSON, 1993, p. 105. *Tradução minha*) e o *Conceito Genético de Espécie* “Um grupo de populações naturais intercruzáveis geneticamente compatíveis entre si e geneticamente isolados de outros grupos... isolamento genético e proteção da integridade dos dois respectivos patrimônios genéticos” (BAKER AND BRADLEY, 2006, p. 645, *tradução minha*).

Embora possa haver algumas diferenças⁵⁵ em como defende-se o isolamento reprodutivo nos três conceitos acima, basicamente há um acordo de que espécies são grupos naturais intercruzáveis geneticamente compatíveis, isoladas de outros grupos naturais intercruzáveis, também geneticamente compatíveis entre si. Em outras palavras, uma espécie é composta por grupos naturais que buscam uns aos outros para o acasalamento⁵⁶ e também dispõem de mecanismos de isolamento do fluxo genético dessa espécie, mantendo assim o patrimônio genético harmônico e bem equilibrado.

Como já fora analisado anteriormente, o *Conceito Biológico de Espécie* não é adequado para a definição da categoria de espécie. Seria o mesmo caso dos outros dois conceitos, o de *Reconhecimento*⁵⁷ e *Genético*⁵⁸. No entanto, se os considerarmos como conceitos operacionais eles podem ser utilizados para a delimitação e individuação do que agora sabe-se o que é uma espécie, isto é, “uma linhagem populacional ancestral descendente...” em um grupo de organismos que se

⁵⁵ Ver WILKINS (2018, 229-231)

⁵⁶ Essa busca não é consciente, e sim a partir da compatibilidade genética (MAYDEN, 1997, p. 409)

⁵⁷ Ver Mayden (1997, p. 398-399, 408-409); Ver Wilkins (2018, p. 231-234)

⁵⁸ Ibidem 57

reproduzem sexuadamente, uma vez que podem apontar informações empíricas acerca da do fluxo gênico entre determinadas populações de organismos.

Conceitos operacionais fundamentos em isolamento reprodutivo não serão os únicos tipos de conceitos que podem ser utilizados, como ver-se-á a seguir, e também não serão isentos de falhas, como é possível conferir na discussão sobre o Conceito Biológico de Espécie. No entanto, encaixam-se perfeitamente nos requerimentos postos acima no que diz respeito a conceitos operacionais: fácil observação e aplicação a um fenômeno empírico, possui pertinência ao Conceito Evolutivo de Espécie (conceito teórico de espécie) e está dentro do framework da teoria evolutiva.

5.2.2 Isolamento Ecológico

Conceitos baseados em *nicho ecológico*, assim como os de isolamento reprodutivo, também já foram discutidos anteriormente, neste trabalho, ao falar-se do Conceito Ecológico de Espécie e mencionar-se o Conceito Ecológico de Cohan ao discutir-se o Pluralismo Eliminativista. Relembrando brevemente estes conceitos, no entanto, agora, os sugerindo como conceitos operacionais, o Conceito Ecológico de Espécie defende que

“Espécie é uma linhagem (ou um conjunto intimamente relacionado de linhagens) que ocupa uma zona adaptativa minimamente diferente de qualquer outra linhagem em sua área de distribuição e que evolui separadamente de todas as outras linhagens fora da sua área de distribuição” (VALEN 1976, p. 233, *tradução minha*).

Por sua vez, o Conceito Ecológico de Cohan sustenta que “Uma espécie no mundo bacteriano pode ser entendida como uma linhagem evolutiva delimitada por uma seleção periódica do ecotipo” (COHAN, 2002, p. 467, *tradução minha*).

Embora sejam descritos a partir de prerrogativas diferentes, isto é, o Conceito Ecológico de Valen pretende ser uma definição que abrange tanto organismos eucariontes quanto procariontes e vírus, e o Conceito Ecológico de Cohan possui a pretensão de definir somente os dois últimos grupos, ambos possuem o mesmo fundamento: espécies estão adaptadas a determinados nichos ecológicos, isolando-se assim em nichos ecológicos diferentes. Dito de outro modo, há formação de uma espécie quando uma linhagem ou um conjunto de linhagens sofre ação da seleção natural, adapta-se a um determinado ambiente e evolui separadamente de outra

linhagem ou grupo de linhagens que também sofre ação da seleção natural e adapta-se a um outro determinado ambiente.

É pertinente lembrar ao leitor da crítica feita por Niles Eldredge (1996, p. 189), na qual ele adverte que não são espécies que possuem nichos, mas populações. Essa crítica torna-se se não a mais forte objeção ao Conceito Ecológico de Espécie, umas das mais fortes. Como também, valeria ressaltar, que uma vez que o Conceito Ecológico de Cohan não pretende definir toda a categoria de espécie, mas somente organismos procariontes e vírus, então, ele não seria um conceito adequado para a definição de espécie.

No entanto, como fora dito, o objetivo aqui não é utilizar o Conceito Ecológico de Valen ou de Cohan como definições, mas como conceitos para que sirvam de “ferramenta” para delimitar-se espécies. Deste modo, não vejo problemas no uso dos conceitos como “operações” para que se possa colher dados empíricos que informariam sobre os nichos ecológicos ocupados pelos grupos de organismos que possivelmente estariam sob análise, afim de contribuir cada vez mais com a delimitação e a individualização dos taxa de espécie.

5.2.3 Similaridades

Pode-se sugerir como conceitos operacionais, conceitos de espécies fundamentados em similaridades morfológicas ou similaridades moleculares, especificadamente, Genes e DNA.

5.2.3.1 Similaridades Morfológicas

Um dos conceitos morfológicos mais conhecidos e utilizados por taxonomistas (MAYDEN, 1997, p. 402) é o Conceito Morfológico de Espécie “Espécies são os menores grupos que são consistentes e persistentemente distintos, e distinguíveis por meios ordinários” (CRONQUIST, 1978, p. 15, *tradução minha*)⁵⁹. Outro conceito baseado em similaridade morfológica é o Conceito Fenético de Espécie “O nível de

⁵⁹ Há versões mais antigas desse conceito. Ver REGAN (1926, p. 75); DU RIETZ (1930, p. 357)

espécie é aquele em que se pode observar agrupamentos fenéticos distintos” (SNEATH, 1973, p. 437, *tradução minha*).

Mesmo havendo diferenças nas formulações acima, tenho acordo com Richards (2010, p. 108), que ambos os conceitos se fundamentam em diferenças morfológicas entre organismos e nos graus dessas diferenças. Deste modo, agrupa-se esses organismos a partir de observações dos traços físicos como estruturas esqueléticas, órgão sexuais, tamanhos, formas, comprimento de bico, etc.

A utilização unicamente de conceitos baseados em similaridades morfológicas para a definição da categoria de espécie, bem como a delimitação e o agrupamento dessas, traz dificuldades. Uma delas é a ocorrência de “espécies irmãs”, isto é, grupos os quais não há obvias descontinuidades morfológicas ou diferenças com outros grupos de organismos mas que não ocorre reprodução entre si. Outra é possibilidade de haver a separação de grupos de organismos, machos e fêmeas, mesmo esses mantendo reprodução entre si, por serem considerados de formas e tamanhos diferentes. Ou ainda, pode ser o caso de classificar um mesmo organismo em grupos diferentes, por esse diferenciar-se em forma e tamanho conforme seu estágio de desenvolvimento (RICHARDS, 2010, p. 108; 2016, p. 186) como é o caso da borboleta *Heraclides thoas brasiliensis*.⁶⁰

No caso do Conceito Fenético em específico pode-se apontar um problema a mais, além dos apontados acima. Ao agrupar-se os organismos em espécies a partir das múltiplas características apresentadas, empregando-se de algoritmos criados para estabelecer uma semelhança global, os agrupamentos irão depender dos algoritmos escolhidos e das escolhas de características. Dito de outro modo, ao mudar-se os algoritmos e as escolhas de características, produzem-se, também, diferentes agrupamentos de similaridade global. (RICHARDS, 2010, p. 108)

No entanto, os conceitos com base em similaridade morfológica, assim como os demais conceitos anteriores, estão sendo sugeridos como conceitos operacionais e não a cargo da definição de espécie. Deste modo, considero que podem ser como ferramentas para poder-se delimitar e individuar uma linhagem populacional ancestral descente. Uma vez que podem apontar informações sobre padrões morfológicos entre determinados grupos de organismos, mesmo que não determinando, a partir somente

60 Borboleta caixão-de-defunto. Endêmica da região de Santa Maria, RS. (DIAS, 2018, p. 5-6)

deles, os taxa de espécie. Por fim, os conceitos morfológicos, possuem também relevância em áreas de estudos como a paleontologia, nas quais os materiais analisados são registros fósseis e podem ser aplicados tanto a organismos sexuados quanto assexuados.

5.2.3.2 *Similaridades Moleculares (Gene e DNA)*

Podem ser apontados entre os conceitos que foram desenvolvidos baseados em similaridades moleculares, o Conceito de Concordância Genealógica “Subdivisões populacionais concordantemente identificadas por múltiplos traços genéticos devem constituir as unidades populacionais dignas de reconhecimento como taxa filogenéticos” (AVISE & BALL, 1990, p. 52, *tradução minha*), bem como o Conceito de Agrupamento Genotípico:

“Grupos distinguíveis de indivíduos que possuem poucos ou nenhum intermediário quando em contato (...) estes clusters são identificados utilizando-se a morfologia e a genética (...) e grupos genéticos são reconhecidos por um déficit de intermediários tanto em loci únicos (déficit de heterozigotos) quanto em loci múltiplos (fortes correlações ou desequilíbrios entre loci que são divergentes entre aglomerados)” (MALLET, 1995, p. 296, *tradução minha*)

Tanto o conceito desenvolvido por Avise & Ball quanto por Mallet defendem agrupar espécies de organismos que apresentam genes ou sequenciamento de DNA semelhantes. São aplicáveis a organismos de reprodução sexuada quanto de reprodução assexuada (MAYDEN, 1997, p. 397-398, 400).

Conforme aponta Richards (2010, p. 109), os mesmos problemas encontrados nos conceitos morfológicos podem ser encontrados nos conceitos fundamentados em similaridades moleculares. Pode ser o caso de diferentes grupos de sistematas basearem-se em diferentes características e empregar diferentes algoritmos de similaridades e assim agrupar os mesmos grupos de organismos de formas diferentes. Ou ainda ocorrer de nem todas as características genéticas possuírem a mesma relevância, algumas podendo ser mais determinantes que outras, tendo mais efeito que outras, o que leva a que seja desejoso priorizar determinadas semelhanças genéticas em detrimentos de semelhanças globais.

Deste modo, os conceitos baseados em similaridades moleculares quando utilizados sozinhos para a definição da categoria de espécie e individuação dessa,

não são considerados adequados. Porém, enquanto conceitos operacionais, os conceitos apresentados aqui, parecem ser úteis, pois, pode-se obter através deles informações sobre semelhanças moleculares que fornecerão dados, de modo a unir ou não determinados grupos de organismos. No entanto, assim como no caso dos conceitos supracitados, as informações que poderão ser alcançadas a partir desses conceitos operacionais não serão determinantes para os taxa de espécie, mas serão utilizadas, juntas com as demais informações obtidas, na delimitação dos taxa de espécie.

5.2.3.3 *Filogenia*

Finalizando os conceitos de espécies sugeridos como conceitos operacionais, aponto dois conceitos que fundamentam-se em filogenia. É preciso, antes, esclarecer, que há diversos tipos de conceitos filogenéticos⁶¹ e também diferentes classificações desses em manuais de filosofia da biologia⁶². Deste modo classifico-os aqui na medida que concordam na classificação das fontes consultadas e sugiro-os porque os considero como mais operacionais.

Os conceitos filogenéticos de espécie possuem em comum a tentativa de encontrar a menor entidade biológica, mas podem ser divididos em dois tipos: os que entendem que a menor entidade biológica é diagnosticável (*diagnosable version*), e aqueles que entendem que a menor entidade biológica é monofilética (*monophyly version*) (MAYDEN, 1997, p. 405). Indicarei, a seguir, um conceito de cada uma dessas versões:

Versão Diagnosticável

“A menor agregação de populações (sexuais) ou linhagens (assexuadas) diagnosticáveis por uma combinação única de estado de caracteres” (WHEELER e PLATNICK, 2000a, p.58).

Versão Monofilética

“Uma espécie é o menor táxon inclusivo reconhecido em uma classificação genética formal. Assim como todos os níveis hierárquicos de um taxa em uma

⁶¹ WILKINS (2018, p. 241)

⁶² MAYDEN (1997, p. 405-408); WILKINS (2009, p. 207; 2018, p. 242-243); ZACHOS (2016, p. 91)

classificação, organismos são agrupados em espécies devido a evidência da monofilia. Os taxa são classificados como espécies, e não em algum nível superior, porque eles são os menores grupos monofiléticos considerados dignos, devido a quantidade de fundamentação para a sua monofilia e/ou devido a sua importância nos processos biológicos que operam na linhagem em questão” (MISHLER e THEORIT, 2000a, p. 46-47, *tradução minha*)

É possível observar que ambas as versões acima têm em comum a característica dos conceitos monofiléticos apontada no início, isto é, encontrar a menor entidade biológica, mas diferem em como se dá o processo desta busca. Dito mais especificadamente, a versão diagnosticável defende que a menor entidade biológica pode ser encontrada a partir de um grupo de caracteres fixos diagnosticáveis em uma população ou linhagem (MAYDEN, 1997, p. 406). Por outro lado, a versão monofilética argumenta que a menor entidade pode ser encontrada a partir de uma relação de monofilia, na qual compreende um grupo formado a partir de um ancestral e todos e somente os descendentes desse ancestral, constituindo-se assim, uma relação histórica (ZACHOS, 2016, p. 93).

Alguns problemas sobre as versões acima podem ser apontados. Em relação ao conceito filogenético apresentado por Wheeler e Platnick (2000), dentre as críticas apontadas⁶³, uma das críticas é muito similar as feitas aos conceitos baseados em similaridades, sejam elas morfológicas ou genéticas. Isto é, aponta-se (MAYR, 2000, p. 99) que uma das fraquezas desta versão dá-se devido a arbitrariedade do julgamento do taxonomista que irá decidir o que considera ser a menor agregação ou o que é diagnosticavelmente distinto. Deste modo, o que irá entender-se por menor agregação ou diagnosticavelmente distinto ficará subjetivo, pois dependerá da abordagem de pesquisa de cada taxonomista.

No que diz respeito a versão monofilética de Mishler e Theorit (2000), umas das principais críticas é que não seria adequado fazer da monofilia o ponto chave para a definição de espécie. Segundo Mayr (2000a, p.100), exceto em caso de organismos como Líquens, não há (ele não encontrou em toda sua carreira) papel determinante da monofilia ao delimitar-se espécies em outros grupos de organismos.

A partir das críticas arroladas acima é possível considerar que os pretensos conceitos filogenéticos, seja na versão diagnosticável ou monofilética, não podem ser considerados adequados para a definição de espécie. Entretanto, ainda poderiam ser

63 Para ver outras críticas MAYR (2000b, p. 99); WILLMANN & MEIER (2000b, p. 112-113)

considerados como conceitos operacionais pois encaixam-se nos requerimentos exigidos a esses, fornecendo informações empíricas sobre grupos de organismos que auxiliam na delimitação dos taxa de espécie. Ainda pode-se citar Mayr no que pretende ser uma crítica, mas que aqui serve como uma forma de corroborar a operacionalidade de tais conceitos

“Para eles espécies é algo que é diferente de outra coisa. A sua orientação em como delimitar um taxa de espécie é puramente operacional. Nada é dito sobre o significado biológico do conceito de espécie” (MAYR, 2000b, p. 98, *tradução minha*)

Ademais, por não serem determinantes para a delimitação dos taxa de espécie, esses conceitos trabalham, assim como os outros já arrolados, em conjunto para fornecer informações que permitem apontar uma linhagem populacional ancestral descente. Considero-os, deste modo, que também podem ser sugeridos como conceitos operacionais pertinentes ao Conceito Evolutivo de Espécie.

Meu objetivo ao sugerir conceitos operacionais que podem auxiliar na delimitação e individuação dos taxa de espécie não fora fazer uma análise crítica e aprofundada de cada um dos acima citados. Fora, por outro lado, uma tentativa de demonstrar ao leitor as opções que podem ser cogitadas quando decide-se abordar o problema do conceito de espécie a partir da abordagem do Pluralismo Hierárquico.

Num esforço de aumentar esse campo de possibilidades, na próxima seção, *5.3 Conceito de Espécie de Informação Codificada: um conceito operacional para procariontes e vírus*, pretendo sugerir um conceito operacional estritamente para procariontes e vírus sob uma abordagem de macrocódigos, pesquisa está desenvolvida por Francisco Prosdocimi e Sávio Torres de Fárias.

5.3 CONCEITO DE ESPÉCIE DE INFORMAÇÃO CODIFICADA: UM CONCEITO OPERACIONAL PARA PROCARIONTES E VÍRUS

O *Conceito de Espécie de Informação Codificada*, que aqui sugiro como conceito operacional, foi desenvolvido por Francisco Prosdocimi e Sávio Torres de Farias no texto “*Life and living beings under the perspective of organic macrocodes*” publicado em 2021. Para os autores, este conceito é possível porque há processos que levaram a formação de grupos de indivíduos (espécies) quase idênticos que compartilham semelhanças informacionais, estruturais e funcionais.

No que se segue, apresentarei o conceito desenvolvido por Farias e Prosdocimi, procurando explicar, de modo breve, quais são os processos que permitem às espécies que compartilhem as características supracitadas. Para em seguida explicar o porquê este conceito pode ser operacionalizável no que diz respeito a organismo unicelulares (procariontes e vírus), mas o mesmo não ocorrendo aos organismos eucariontes.

5.3.1 Conceito de Espécie de Informação Codificada

“Um conjunto de indivíduos ou populações que compartilham de um aparato mínimo de informação genética codificada levando a (potencial) formação da mesma estrutura definida e unidade funcional” (FARIAS.; PROSDOCIMI, 2021, p. 5b, *tradução minha*)

Este conceito é derivado a partir da linha de raciocínio que compreende os sistemas biológicos como sistemas de informação que se auto organizam operando sob o controle de múltiplas camadas de codificação de forma integrada, formando um macrocódigo (FARIAS.; PROSDOCIMI, 2021, p. 3b). Dito de um outro modo, o início da *vida* pode ser entendido como um processo fundado na auto organização de um código molecular primitivo. Em seguida este código molecular primitivo teve outras camadas de códigos acrescentadas sobre si mesmo, ocasionando assim várias camadas de codificação interdependentes que caracterizam o macrocódigo. Então, sistemas biológicos são entidades que são capazes de processar e materializar um código biológico (FARIAS.; PROSDOCIMI, F., 2021, p. 2b; FARIAS et al.; 2021, p. 10).

Quando alguns desses sistemas biológicos⁶⁴ são delimitados, isto é, compartimentalizados, eles transformam-se em tipo de sistema biológico diferenciado dos demais, transformam-se em organismos (seres vivos). Deste modo, organismos são definidos como “um conjunto de entidades que contém um código genético (fechado) que é necessário e suficiente para a formação e funcionamento de uma unidade estrutural delimitada” (FARIAS.; PROSDOCIMI, 2021, p. 4b). A partir deste momento há uma mudança de configuração sobre estes sistemas biológicos, pois delimitando-os e os fechando, através de capsídeos ou membranas, torna-se possível, também, delimitar a informação codificada que diz respeito a esse sistema.

⁶⁴ Os sistemas biológicos podem ser fechados (delimitados por membranas ou capsídeos) ou abertos (sem delimitações) (FARIAS., PROSDOCIMI, 2021, p. 3.b)

O produto da delimitação da informação codificada será o surgimento de unidades estruturais delimitadas e funcionais⁶⁵, isto é, os organismos.

A partir da concepção de organismo, exposta acima, é possível conceber também a noção de progenitor como “um conjunto de indivíduos e/ou populações capaz de transmitir um dado conjunto de informação codificada aos seus descendentes” (FARIAS.; PROSDOCIMI, 2021, p. 5b). Essa informação codificada passada de progenitores aos seus descendentes verticalmente, isto é, de modo que tal informação fosse transferida apenas na relação ancestral-descendente, possibilitou a formação de linhagens. Por linhagens pode-se entender “um conjunto de indivíduos e/ou de populações que compartilham um aparato de informação codificado mínimo herdado de seu ancestral comum mais recente” (FARIAS.; PROSDOCIMI, 2021, p. 5b).

Os processos acima citados, isto é, a formação dos primeiros organismos, seguida da formação dos primeiros progenitores e conseqüente das primeiras linhagens, possibilitaram formar grupos quase idênticos que compartilhavam de semelhanças informacionais, estruturais e funcionais. Deste modo, entende-se espécie a partir de uma perspectiva que analisa como a vida fora estruturada no passado e como fora possível a formação de conjuntos de populações de indivíduos (FARIAS.; PROSDOCIMI, 2021, p. 5b).

5.3.2 Somente para unicelulares

O Conceito de Espécie de Informação Codificada tem como pretensão explicar teoricamente o que são espécies abrangendo tanto organismos unicelulares quanto pluricelulares. Peço ao leitor que assuma, por agora, que tal pretensão é atingida, restaria apontar como seria possível, a partir desse conceito, delimitar-se taxa tanto de organismos pluricelulares quanto organismos unicelulares. Neste momento, poder-se-ia sugerir uma abordagem Pluralista Hierárquica assim como fora feita ao Conceito Evolutivo endossado por Richards, uma vez que o Conceito de Espécie de Informação Codificada aparentemente encaixa-se como conceito teórico, isto é, definição para espécie. A delimitação e individuação dos taxa, então, ficaria a

65 Para poder visualizar o processo ver FARIAS e PROSDOCIMI (2021, p. 3)

cargo de conceitos operacionais ou critérios operacionais pertinentes a esse conceito. Para organismos unicelulares essa possibilidade é viável, o mesmo não se aplica aos organismos pluricelulares.

Entender organismos sob a abordagem de macrocódigos é entender que um organismo é composto de várias camadas de informação codificada que estão interligadas formando esse macrocódigo. Sabe-se e entende-se o que são esses códigos, mas ainda é preciso ter ciência de todas as camadas que envolvem as informações codificadas interligadas no que diz respeito aos organismos pluricelulares. Dito de outro modo, nos organismos unicelulares é possível ter conhecimento das camadas de informação codificada que compõem o macrocódigo dessa estrutura, enquanto nos organismos pluricelulares o nível de complexidade das camadas codificadas que os compõem ainda não foi totalmente explorada e entendida.

A consequência dessa falta de total entendimento sobre o macrocódigo dos organismos pluricelulares, por ora, impossibilita que possa-se indicar conceitos ou critérios operacionais que sejam pertinentes ao conceito, uma vez que falta entender todo o arcabouço teórico que envolve essas camadas, não podendo saber, assim, quais critérios seriam pertinentes. Diferentemente ocorre com os organismos unicelulares os quais o arcabouço no qual as camadas de informação codificada que estão interligadas e formam tal estruturas já foram possíveis de ser compreendidas.

Deste modo, sugiro o Conceito de Espécie de Informação Codificada como um novo conceito operacional para ser acrescentado ao rol de conceitos de espécies operacionais até aqui sugeridos. Este conceito pode nos dar informações que auxiliarão na delimitação dos taxa de espécie, apontando camadas de codificação que informariam sobre o nível de espécie no que diz respeito a grupos de organismos de procariontes e vírus. (FARIAS, Comunicação Pessoal, 2022).

O Conceito de Espécie de Informação Codificada caracteriza-se como uma sugestão nova enquanto conceito operacional na abordagem do Pluralismo Hierárquico. Deste modo, tudo que fora dito até aqui pretendeu ter um caráter introdutório e não possui uma análise profunda e crítica. Necessitar-se-ia de trabalhos futuros para essa análise e talvez o desenvolvimento de pesquisas junto a outras áreas que não somente a filosofia da biologia.

CONCLUSÃO

O trabalho aqui apresentado teve por objetivo defender que a categoria de espécie é uma categoria natural, composta por entidades compreendidas como indivíduos, que pode ser definida pelo Conceito Evolutivo de Espécie como “linhagens populacionais ancestrais descendentes que possuem um distinto papel evolutivo cada, bem como uma distinta tendência evolutiva e um distinto destino histórico” (RICHARDS, 2010, p. 132), a partir da abordagem do Pluralismo Conceitual defendido por Richard A. Richards (2010, 2016).

No intuito de alcançar esse fim iniciou-se, no primeiro capítulo, explicando algumas questões básicas que perpassam “espécies” quando começa-se a discuti-las, como a diferença entre *Táxon* e *Categoria*, *Realismo* e *Antirrealismo*, *Essências* e *Indivíduos*, e *Monismo* e *Pluralismo*. Uma vez explicada a diferença entre táxon e categoria de espécie e salientado que esse trabalho discutirá a categoria, foi analisado as três últimas (realismo/antirrealismo, essências/indivíduos, monismo/pluralismo) sobre a categoria de espécie, não colocando-se em questão, em nenhum momento, a definição de táxon, neste trabalho. Ressaltei que minha discussão durante o texto teve como foco o Monismo e o Pluralismo sobre o conceito de espécie, isto é, qual abordagem conceitual poderia ser considerada mais adequada para a descrição da categoria de espécie. Ainda nesse capítulo, posicionei-me como uma *Realista*, compreendendo as entidades que compõem a categoria como *Indivíduos* e defendendo um *Realismo Pluralista*.

No capítulo que se segue, o segundo capítulo, analisei criticamente três conceitos monistas de espécies: *Conceito Biológico de Espécie*, *Conceito Evolutivo de Espécie* e *Conceito Ecológico de Espécie*. O primeiro, o Conceito Biológico de Espécie, definido por Ernst Mayr afirma que espécies podem ser entendidas como “Um grupo de populações formadas por organismos naturais que se inter cruzam isoladamente de outros grupos de populações (MAYR, 1963, p. 17)”. O qual fora considerado um conceito inadequado, apesar de tentativas de defesas de Mayr em (1992), principalmente por não aplicar-se a organismos unicelulares.

Outro conceito analisado fora o Conceito Evolutivo de Espécie, formulado e reformulado por Simpson (1951) e Wiley (1978), nas respectivas definições “Uma linhagem filética (sucessão ancestral descendente de populações inter cruzáveis)

evoluindo independentemente de outras, com seus papéis evolutivos unitários separados, e suas próprias tendências” (SIMPSON, 1951, p. 289) e “Uma linhagem única de populações de organismos ancestrais descendentes que mantém sua identidade perante outras linhagens e que possui sua própria tendência evolutiva e destino histórico” (WILEY, 1978, p. 18). Também fora desconsiderado para a definição da categoria de espécie, muito embora tenha sido novamente desenvolvido por Mayden e Wiley (2000), pois em todas suas versões conserva os problemas de vagueza e falta de operacionalidade, apontado por autores críticos ao conceito.

Por fim, entre os conceitos monistas aqui trabalhados, o Conceito Ecológico de Espécie também fora debatido. Tal foi desenvolvido por Van Valen e entende espécies como “Uma linhagem (ou um conjunto proximamente relacionado de linhagens) que ocupa uma zona adaptativa de alcance minimamente diferente de qualquer outra linhagem e evolui separadamente do alcance de outras linhagens” (VALEN 1976, p. 233). Tal qual os conceitos monistas anteriores, o Conceito Ecológico de Espécie foi considerado como inadequado para a descrição da categoria de espécie. Dentre suas principais características, a de isolamento ecológico, defende que uma espécie é isolada por um nicho ecológico determinado e separada de outra que também é isolada por outro nicho ecológico determinado. No entanto, como é possível acompanhar a partir de Eldredge (1996), são populações que ocupam nichos ecológicos, e não espécies, podendo duas populações de uma mesma espécie ocupar nichos ecológicos diferentes.

Tendo em vista que os conceitos monistas analisados foram considerados inadequados para a definição da categoria de espécie, procurei analisar dois outros conceitos, dentro da abordagem Pluralista. Deste modo no capítulo 3 apresentei o *Pluralismo Eliminativista* de Marc Ereshefsky (1992, 2004, 2010) e o *Pluralismo Hierárquico* de Richard A. Richards (2010, 2016).

Conforme foi possível conferir o Pluralismo Eliminativista de Ereshefsky (1992, 2004, 2010) defende que não é possível haver uma definição da categoria de espécie, visto que não haveria uma descrição única que poderia ser compartilhada para todos os grupos de organismos entendidos como espécies. Isto é, haveria diferenças entre organismos eucariontes de um lado e organismos procariontes e vírus de outros, havendo também diferenças dentro desses determinados grupos. Deste modo os grupos de organismos eucariontes são descritos por linhagens

explicadas a partir dos seguintes termos: Intercruzamento, Ecologia e Monofilia. Do mesmo modo, grupos de procariontes e vírus podem ser descritos por linhagens formadas a partir de: Recombinação, Ecologia e Monofilia. No entanto, ainda, no que diz respeito à categoria de procariontes e vírus as discrepâncias seriam tão grandes que não haveria algo como uma categoria de procariontes e vírus.

Por sua vez Richards A. Richards (2010, 2016) defendeu que a categoria de espécie pode ser descrita por meio do Conceito Evolutivo de Espécie ao qual afirma que espécie é “Uma linhagem de populações ancestrais descendentes com um distinto papel evolutivo, uma distinta tendência evolutiva e um distinto destino histórico” (RICHARDS, 2010, p. 132), desde que este esteja dentro de uma abordagem Pluralista Hierárquica. Dito de outro modo, para Richards, espécies são definidas por um conceito teórico e primário, o Conceito Evolutivo de Espécie, este que por ser vago e estar dentro do framework da teoria evolutiva, abrangendo todos os grupos de organismos que formam espécies. No entanto, para que seja possível a delimitação desses grupos de espécie, é necessário o auxílio de conceitos operacionais na forma de hierarquia de conceitos, para ligar o conceito teórico a natureza empírica e assim delimitar os taxa de espécie. Os conceitos operacionais escolhidos para essa função respondem conforme sua pertinência ao conceito teórico e facilidade de aplicabilidade. Conceitos que foram pretensos a definição de espécie, como o Conceito Biológico, Morfológico e Ecológico, são citados, entre outros, por Richards, como adequados ao papel de conceitos operacionais.

É possível perceber que a partir do ‘Conceito Evolutivo de Espécie’, Richards (2010, 2016) aparentemente consegue encontrar uma maneira de explicar a categoria de espécie abrangendo tanto os organismos eucariontes, quanto os organismos procariontes e vírus, diferentemente de Ereshefsky (1992, 2004, 2010). O que esse último afirmava serem os tipos de linhagens aos quais poder-se-iam dividir as espécies, Richards entenderá como mecanismos que auxiliam na delimitação do que é uma espécie. Isto é, para Richards, uma vez que descreve-se espécies como “linhagem populacional ancestral descendente...” então pode-se usar de vários mecanismos (conceitos operacionais), que juntos, auxiliam na explicação do que vem a ser essa linhagem.

A abordagem de Richards, foi considerada, até aqui, a mais adequada, deste modo. Porém, tanto ela, quanto a abordagem defendida por Ereshefsky sofrem de

problemas trazidos pela Transferência Genética Horizontal. Isto é, a troca de informações genéticas – por meio de transdução, conjugação e transformação – que ocorre principalmente entre organismos procariontes e vírus de linhagens populacionais diferentes, fazendo com que esses pertençam, ao mesmo tempo, a espécies diferentes.

A hipótese de Ereshefsky (2010) que a categoria de espécie seria altamente heterogênea e devido a esse fato não poderia haver a possibilidade da existência da categoria de espécie fundou-se, entre outros fatores, nas ramificações provocadas nas linhagens de procariontes e vírus, ocasionadas pela TGH. Isto é, não haveria como encontrar algo em comum e assim descrever os taxa de procariontes e vírus e não haveria como encontrar, também, algo em comum entre a categoria geral de espécie. Dito de outro modo, por não existir uma categoria procariontes e vírus, não haveria como comparar essa com a categoria de eucariontes e encontrar uma descrição em comum para assim descrever a categoria de espécie.

No que diz respeito a abordagem Pluralista Hierárquica de Richards (2016) está também foi afetada pela transferência genética horizontal, pois para definir-se a categoria de espécie conforme o Conceito Evolutivo de Espécie, as linhagens devem ser entendidas como individuais, isto é, evoluindo separadamente de forma vertical. Com o advento da troca de informação genética horizontal entre linhagens populacionais de espécies diferentes, o que ocorre são ramificações nessas linhagens consideradas até então individuais, o que impossibilitava a identificação de organismos ou mesmo grupos de organismos a espécies diferentes.

O caminho para solucionar o problema colocado à individualidade das linhagens das espécies, pela transferência genética horizontal, foi apresentado no 4º capítulo. Inicialmente apontado por Francesca Merlin (2017) a partir da diferenciação entre mecanismo de transferência genética horizontal e mecanismo de herança. No entanto é com Gustavo Caponi (2020 a, b; 2022) que a solução é consolidada, pois a partir da noção de Relação de Filiação entre Progenitor-Progênie é possível deixar de considerar a TGH como uma evidência contra a individualidade das linhagens de espécies. Dito de outro modo, é a partir da noção de Filiação que mantem-se o nexo vertical para que as linhagens possam evoluir separadamente.

Merlin apontou que enquanto a transferência genética horizontal pode ser descrita como um mecanismo de variabilidade de informação genética, a herança é

um mecanismo de conservação de informação genética. Isto é, enquanto a primeira teria a função de trocar novas variantes genéticas entre os organismos, que podem ou não ser passada para outras gerações, a segunda tem a função de conservar informações (podendo algumas ser as variantes trocadas pela TGH, ou não) para que haja adaptabilidade das populações e assim seleção natural.

Caponi (2020 a), por sua vez, reconhece que a diferença apontada por Merlin (2017), embora de grande importância, não bastaria para defender o nexo entre a verticalidade das linhagens e assim a separação individual dessas. Deste modo, desenvolveu a noção de Relação de Filiação entre Progenitor-Progênie, essa que está para além da noção de reprodução e herança. Isto é, a Relação de Filiação dá-se através de recursos que são transmitidos somente através da relação filial entre progenitor e progênie, sem os quais um organismo não poderia ter existido. Deste modo, ao perguntar-nos por nossas relações de filiação, devemos perguntar-nos por nossos ancestrais e não necessariamente por nossos genes, uma vez que não são somente os genes que possuímos que irão definir essas relações, mas sim, dentre esses genes que possuímos, os que herdamos de nossos ancestrais e sem os quais não poderíamos ter existido.

Sendo assim, ao separar a noção de herança (genes que possuímos) da noção de relação filial (genes que possuímos em decorrência aos nossos ancestrais e que são transmitidos somente via reprodução, sem os quais não existiríamos) é possível, em um caso em que um gene aleatório seja inserido em um organismo de uma determinada linhagem populacional, afirmar que tal organismo não deixará de pertencer a mesma linhagem de seus ancestrais. Isso porque, mesmo que o desenvolvimento desse organismo tenha sido afetado, ele ainda manterá a relação de filiação com seus reprodutores, uma vez que através deles e somente deles, fora possível seu surgimento. A TGH, comporta-se, deste modo, como uma mutação, uma vez que ofertará novas possibilidades de combinações genéticas, submetidas ao controle de pressões seletivas, operando ou não sobre as linhagens evolutivas.

Considerada a solução à TGH por meio da Relação de Filiação entre Progenitor-Progênie, essa que mantém o nexo vertical entre as linhagens evolutivas permitindo que evoluem individualmente, no quinto e último capítulo, é possível defender o objetivo deste texto. Isto é, foi possível afirmar que a categoria de espécie é uma categoria natural (uma categoria real) a qual todos os grupos de organismos

que subjazem essa categoria formando espécie podem ser explicados de maneira única como “Uma linhagem de populações ancestrais descendentes com um distinto papel evolutivo, uma distinta tendência evolutiva e um distinto destino histórico” (RICHARDS, 2010, p. 132). Pôde-se afirmar, também, a partir desta explicação, que a categoria de espécie faz compreender as entidades que a compõem enquanto indivíduos. Isto é, as espécies são entidades históricas local e temporalmente restrita e estão sob a ação de fatores evolutivos. Por fim, foi possível, então, afirmar que a definição da categoria de espécie é dada pelo Conceito Evolutivo dentro da abordagem Pluralista Hierárquica defendida por Richards, ou seja, uma estrutura hierárquica a qual se tem um conceito que define todos os grupos que podem ser compreendidos como espécies, e hierarquicamente, conceitos operacionais, que são utilizados conforme a pertinência e a aplicabilidade, para delimitar os grupos de espécies.

Buscou-se mostrar ao leitor as opções de conceitos operacionais, indicando-se ainda no último capítulo, alguns conceitos que outrora foram pretensos a definir a categoria de espécie e agora podem ser sugeridos como conceitos operacionais, como é o caso dos seguintes conceitos: *Conceito Biológico de Espécie*, o *Conceito de Espécie de Reconhecimento* e o *Conceito Genético de Espécie*, fundamentados em Isolamento Reprodutivo; o *Conceito Ecológico de Espécie* e o *Conceito Ecológico de Cohan*: baseados em Isolamento Ecológico; o *Conceito Morfológico de Espécie* e o *Conceito Fenético de Espécie*, desenvolvidos a partir de Similaridades Morfológicas; o *Conceito de Concordância Genealógica* e o *Conceito de Agrupamento Genotípico*, fundamentados em Semelhanças Moleculares; e por fim, o *Conceito Filogenético de Espécie (versão diagnosticável)* e o *Conceito Filogenético de Espécie (versão monofilética)*, baseados em Filogenias.

Finalizando o texto, ainda procurando contribuir com sugestões de conceitos operacionais que podem ser úteis ao Pluralismo Hierárquico aqui defendido, foi sugerido um novo conceito, desenvolvido por Francisco Prosdocimi e Sávio Torres Fárias (2021), o *Conceito de Espécie Código Informacional*. Este conceito foi desenvolvido a partir da abordagem que organismos são macrocódigos, isto é, compostos de várias camadas de informação codificada que estão interligadas. Sendo indicado como conceito operacional para organismos procariontes e vírus, uma vez que nos organismos eucariontes ainda não foram compreendidas totalmente as

camadas de informação codificadas que compõem o macrocódigo, impossibilitando de apontar ferramentas para identificá-los a nível de espécies. Diferentemente de organismos procariontes e vírus, os quais essas camadas de informação codificadas e interligadas já foram compreendidas e é possível apontar as ferramentas necessárias para delimitar tais organismos em nível de espécie.

REFERÊNCIAS

- ANDERSSON, L. The driving force: species concepts and ecology. **Taxon**. Vol. 39, n. 3, p. 375-382, ago 1990.
- AMANN, R. MORA-ROSELLÓ, R. The species concept for prokaryotes. **FEMS Microbiology Reviews**. Vol. 25, n.1, p. 39-67, ago 2000.
- AUDI, R. **Dictionary of Philosophy**. 3. Ed. New York: Cambridge University Press. 2015, p. 507.
- AVISE, J. C.; BALL, R. M. JR. Principles of genealogical concordance in species concepts and biological taxonomy. In: ANTONOVICS, J; FUTUYAMA, D.; (Ed.). **Oxford surveys in evolutionary biology**. Oxford: Oxford University Press, 1990.
- BAKER, J. R.; BRADLEY, R. D.; Speciation in mammals and the genetic species concept. **Journal of Mammalogy**. Vol. 87, n. 4, p. 643-662, ago 2006.
- SPECIATION IN MAMMALS AND THE GENETIC SPECIES CONCEPT BARRET, Paul. H.; GAUTREY, Paul. J.; HERBERT, Sandra.; KOHN, David., SMITH, Sydney. (ed). **Charles Darwin's Notebooks, 1836-1844: Geology, Transmutation of Species, Metaphysical Enquiries**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- BRANDON, R. N.; MISHLER, B. D.; Individuality, pluralism, and the phylogenetic species concept. **Biology and Philosophy**. Vol. 2, n. 4, p. 397-414, 1987.
- BORTOLOTTI, L. **Introdução à filosofia da ciência**. Lisboa: Gradiva, 2013.
- BUENO, O. Realism and anti-realism about science: a pyrrhonian stance. **International Journal For The Study Skepticism**. n. 4, 2014. p. 1-23.
- BUFFON, G. L. L. **Histoire Naturelle**. Paris : Hacquart, 1801.
- CAPONI, G. Las especies son linajes de poblaciones microevolutivamente interconectadas: una mejor delimitación del concepto evolucionario de especie. **Principia**. Vol. 17, n. 3, p. 395-418, dez 2013.
- CAPONI, G. Los conceptos de herencia y de variación hereditaria. **Éndoxa**. n. 46, p. 273-290, 2020 a.
- CAPONI, G. El concepto evolucionario de linaje. **Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia**. Vol. 20, n. 41, p. 11-39, abr 2020 b.
- CAPONI, G. ¿La transferencia genética horizontal, la simbiogénesis, la especiación por hibridación y la introgresión traen realmente dificultades para la concepción cladogenética de la evolución? **Culturas Científicas**. Vol. 3, n. 1, p. 3-10, jul 2022.
- CARTWRIGHT, N. **How the laws of physics lie**. Oxford: Oxford University Press, 1983.

COHAN, F. M. What are bacterial species? **Annual Review of Microbiology**. Vol. 56, p. 457-487, out 2002.

CRACRAFT, J. Species concepts and spaciation analysis. In: JOHNSTO, R. F. (Ed.). **Current Ornithology**. New York: Plenum Press, 1983.

CRONQUIST, A. Once again, what is a species? In: KNUTSON, L. V. (Ed.). **Bio Systematics in Agriculture**, New Jersey: Allenheld Osmun, 1978, p. 3-20.

DAINTITH, E.; OWEN. E. (Ed.). **The facts on file dictionary of evolutionary biology**. New York: Market House Books Ltd, 2004

DARWIN, C. **The origin of species: By Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life [1859]**. New York: Cambridge University Press, 2009.

DIAS, R. V. 10 borboletas comuns no RS que você vai adorar conhecer: exposição no Museu Gama D'Eça reúne espécies presentes na região de Santa Maria. **Revista Arco**. 2018. Disponível em: <https://ufsm.br/r-601-5135>. Acesso em 10/12/2022.

DONOGHUE, M. J.; MISHLER, B. D. Species concepts: a case for pluralism. **Systematic Zoology**. Vol. 31, n. 4, p. 491-503, dez 1982.

DUPRÉ, J. Natural kinds and biological taxa. **The Philosophical Review**. Vol. 90, n. 1, p. 66-90, Jan 1981.

DUPRÉ, J. **The disorder of things metaphysical foundations of the disunity of science**. London: Harvard University Press Cambridge. 1993.

DUPRÉ, J. On the impossibility of a monistic account of species. In: WILSON, R. A. (Ed.). **Species: new interdisciplinary essays**. Cambridge: The MIT Press, 1999.

DU RIETZ, G.E. **The fundamental units of biological taxonomy**. Uppsala: Svensk Botanisk Tidskrift, 1930, p. 333-428.

DUTRA, L. H. A. **Introdução à teoria da ciência**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2017. p. 116, 127.

ELDREDGE, N. **Unfinished synthesis**. New York: Oxford University Press, 1985.

ELDREDGE, N. **Reinventing darwin: the great debate at the high table of evolutionary theory**. London: Phoenix Giant, 1996.

ERESHEFSKY, M. Eliminative Pluralism. **Philosophy of Science**. Vol. 59, n° 4, p. 671-690, Dez 1992.

ERESHEFSKY, M. **The poverty of the linnaean hierarchy: a philosophical study of biological taxonomy**. Cambridge: Cambridge University Press. 2004

ERESHEFSKY, M. Microbiology and the species problem. **Biol Philos**. Vol. 25, n. 4, p. 553-568, Set 2010.

ERESHEFSKY, M. "**Species**", Stanford University: The Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2022. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2022/entries/species/>. Acesso em: 10 de ago de 2022, p. 2, 7-8.

FARIAS, S. T.; PROSDOCIMI, F. Life and living beings under the perspective of organic macrocodes. **Biosystems**. Vol. 206, p. 1-7, mai 2021.

FELDMAN, M. W.; LALA, K. N.; ODLING-SMEE, F. J.; **Niche construction: the neglected process in evolution**. Nova Jersey: Princeton University Press, 2003.

FRENCH, S. **Ciência: conceitos-chave em filosofia**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

FUTUYAMA, D. **Evolutionary Biology**. Sunderland: Sinauer Associates, 1986.

FUTUYAMA, D. J. **Evolution**. Sunderland: Sinauer Associates, 2005.

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

GRANT, V. The plant species in theory and practice. In: MAYR, E. **The species problem**. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1957.

GRAY, R. D.; GRIFFITHS, P. E.; Darwinism and developmental systems. In GRAY, R. D.; GRIFFITHS, P. E.; OYAMA, S. (Ed.). **Cycles of Contingency: Developmental Systems and Evolution**. Cambridge: The MIT Press, 2001.

GHISELIN, M. T. Species concepts, individuality, and objectivity. **Biology and Philosophy**. Vol. 2, p. 127-143, abr 1987.

GHISELIN, M. T. Sex and the individuality of species: a reply to Mishler and Brandon. **Biology and Philosophy**. Vol. 4, p. 73-76, jan 1989.

HELANTERÄ, H.; ULLER, T.; The price equation and extended inheritance. **Philosophy, Theory, and Practice in Biology**. Vol. 2, n. 1, p. 1-17, fev 2010.

HEMPEL, C. G. **Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science**. New York: The Free Press, 1965.

HENNIG, W. **Phylogenetic systematics**. Urbana: University of Illinois Press. 1965.

HINE, R.; MARTIN, E. A. (Ed.). **A dictionary of science**. 6. ed. Oxford: Oxford University Press. 2008.

HULL, D. L. A matter of Individuality. **Philosophy of Science**. Vol. 45, n. 3, p. 335-360, set 1978.

HULL, D. Genealogical actors in ecological roles. **Biology and Philosophy**. Vol. 2, p. 168-183, abr 1987

HULL, D. A function for actual examples in philosophy of science. In: RUSE, M. **What the philosophy of biology is**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989, p. 309-322.

HULL, D. On the plurality of species: questioning the party line. In: WILSON, R. A. (Ed.). **Species: new interdisciplinary essays**. Cambridge: The MIT Press, 1999, p. 23-48.

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

KITCHER, P. Species. **Philosophy of Science**. Vol 51, n. 2, p. 308-333, jun 1984.

LIZOTTE, M. W.; RILEY, M. A. Population genomics and the bacterial species concept. **Methods in Molecular Biology**, n. 532, 2009.

MAI, L. L.; KERSTING, M. P.; OWL, M. Y. **The cambridge dictionary of human biology and evolution**. New York: Cambridge University Press, 2005

MALLET, J. A species definition for the modern synthesis. **Trends in Ecology & Evolution**. Vol. 10, n. 7, p. 294-299, jul 1995.

MAYDEN, R. L. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem. In: CLARIDGE, M. F.; DAWAH, H. A.; WILSON, M. R. (Ed.). **Species: the units of biodiversity**. London: Chapman e hall, 1997, 388-421.

MAYDEN, R. L.; WILEY, E.O. The evolutionary species concept. In: WHEELER, Q. D.; MEIER, R. (Ed.). **Species concepts and phylogenetic theory: a debate**. New York: Columbia University Press, 2000.

MAYR, E. Species concepts and their application. In: MAYR, E. **Animal species and evolution**. Cambridge: Belnack Press, 1963. p. 12-30, fev 1992.

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

MAYR, E. A local flora and the biological species concepts. **American Journal of Botany**. Vol. 79, n. 2, p. 222-238, fev 1992.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.

MAYR, E. The biological species concept. In: WHEELER, Q. D.; MEIER, R. (Ed.). **Species concepts and phylogenetic theory: a debate**. New York: Columbia University Press, 2000a.

MAYR, E. A critique from the biological species concept perspective: what is a species, and what is not? In: WHEELER, Q. D.; MEIER, R. (Ed.). **Species concepts and phylogenetic theory: a debate**. New York: Columbia University Press, 2000b.

MAYR, E. **Biologia, ciência única**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MEIER, R.; WILLMANN, R. The Hennigian species concept. In: WHEELER, Q. D.; MEIER, R. (Ed.). **Species concepts and phylogenetic theory: a debate**. New York: Columbia University Press, 2000a.

MEIER, R.; WILLMANN, R. A defense of the Hennigian species concept. In: WHEELER, Q. D.; MEIER, R. (Ed.). **Species concepts and phylogenetic theory: a debate**. New York: Columbia University Press, 2000b.

MERLIN, F. Limited extended inheritance. In: HUNEMAN, P.; WALSH, D. (Ed.). **Challenges in evolutionary theory**. Oxford: Oxford University Press. 2017.

MISHLER, B. D.; THEORIT, E. C. A defense of the phylogenetic species concept (sensu Mishler and Theriot): monophyly, apomorphy, and phylogenetic species concepts. In: MEIER, R.; WHEELER, Q. D. (Ed.). **Species concepts and phylogenetic theory – a debate**. New York: Columbia University Press, 2000.

MORGAN, G.; PITTS, B. Evolution without species: the case of mosaic bacteriophages. **The British Journal for the Philosophy of Science**. Vol. 59, n. 4, p. 745-765, dez 2008.

OKASHA, S. Darwinian metaphysics: species and the question of essentialism. **Synthese**. Vol. 131, n. 2, p. 191-213, 2002.

PATERSON, H. E. H. The recognition concept of species. In: VRBA, E. S. (Ed.). **Species and speciation**. 1985

PATERSON, H. E. H. **Evolution and the recognition concept of species: collected writings**. (Ed.). MCEVEY, S. F. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1992.

PLATNICK, N. I.; WHEELER, Q. D. A defense of the phylogenetic species concept (sensu Wheeler and Platnick). In: MEIER, R.; WHEELER, Q. D. (Ed.). **Species concepts and phylogenetic theory – a debate**. New York: Columbia University Press, 2000.

REGAN, C. T. Organic evolution. **Report British Association for Advancement of Science**. Ago 1926.

RICHARDS, R. A. **The species problem: a philosophical analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010

RICHARDS, R. A. **Biological classification: an philosophical introduction**. Cambridge University Press, 2016.

RIDLEY, M. The cladistic solution to the species problem. **Biology and Philosophy**. Vol. 4, p. 1-16, jan 1989.

ROSENBERG, A. **Instrumental biology or the disunity of Science**. Chicago: Chicago University Press, 1994.

ROSSI, K. P. Conceito biológico de espécie: são satisfatórias as defesas de Ernst Mayr em prol do conceito? **Peri**. Vol. 12, n. 1, p. 214-240, 2020.

RUSE, M. Biological species: natural kinds, individuals, or whats. **The British Journal for the Philosophy of Science**. Vol. 38, p. 225-242, 1987.

SIMPSON, G. G. The species concept. **Evolution**. Vol. 5, n. 4, p. 285-298, dez 1951.

SNEATH, P. H. A. Phenetic taxonomy at the species level and above. **Taxon**. Vol 25, n. 4, p. 437-450, ago 1976.

SOBER, E. **Philosophy of biology**. Boulder: Westview Press, 2000.

STERELNY, K. Niche construction, developmental systems, and the extended replicator. In GRAY, R. D.; GRIFFITHS, P. E.; OYAMA, S. (Ed.). **Cycles of Contingency: Developmental Systems and Evolution**. Cambridge: The MIT Press, 2001.

TEMPLETON, A. The meaning of species and speciation: A genetic perspective. In: ERESHEFSKY, M. (Ed.) **The units of evolution: essays on the nature of species**. Cambridge: A Bradford Book/The MIT Press,[1989] 1992.

VALEN, L. V. Ecological species, multispecies, and oaks. **Taxon**. Vol. 25, n. 2/3, p. 233-239, mai 1976.

WILEY, E. O. The evolutionary species concept reconsidered. **Systematic Biology**. Vol. 27, n. 1, p. 17-26, mar 1978.

WILKINS, J. S. **Species: a history of idea**. Berkeley: University of California Press, 2009.

WILKINS, J. S. **Species: The Evolution of the Idea**. Berkeley: University of California Press, 2017, p. 229-265.

ZACHOS, F. E. **Species concepts in biology: historical development, theoretical foundations and practical relevance**. Switzerland: Springer International Publication, 2016, p. 13, 80-96.