



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA
MESTRADO EM FILOSOFIA

Edson Cláudio Mesquita Pinto

**O PROGRAMA ADAPTACIONISTA:
UMA INVESTIGAÇÃO METODOLÓGICA**

Brasília – DF

2012

Edson Cláudio Mesquita Pinto

**O PROGRAMA ADAPTACIONISTA:
UMA INVESTIGAÇÃO METODOLÓGICA**

Dissertação apresentada ao Departamento de Filosofia da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em filosofia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Abrantes

Brasília – DF

2012

Edson Cláudio Mesquita Pinto

O PROGRAMA ADAPTACIONISTA: UMA INVESTIGAÇÃO METODOLÓGICA

Dissertação apresentada ao Departamento de Filosofia da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em filosofia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Abrantes (Orientador)
Universidade de Brasília

Prof.^a. Dr.^a. Cláudia Sepúlveda
Universidade Estadual de Feira de Santana

Prof. Dr. Agnaldo Portugal
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Samuel Simon (Suplente)
Universidade de Brasília

Brasília – DF, março de 2012.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao meu sempre atento, preciso e exigente orientador professor Paulo Abrantes. Com ele aprendi muito, não apenas os conteúdos relacionados ao tema desta dissertação, mas também a ser mais rigoroso e preciso com o conhecimento e com os textos que escrevo. Foram dois anos de enriquecimento acadêmico dentro de uma parceria formal e, por vezes, informal que, em todos os momentos, havia sempre a marca distintiva de um profissional dedicado ao seu ofício. Ele soube me guiar, com maestria, dentro dos intrincados percursos filosóficos que este trabalho me impôs, apontando os melhores, mas nem sempre tranquilos, caminhos.

Agradeço também a minha amada Rozalva que soube se colocar com paciência nas várias circunstâncias em que a “incomodei”, pedindo-lhe para ouvir as minhas ideias, minhas dúvidas e minhas respostas sobre as discussões desta dissertação que pululavam em minha mente. Embora seus interesses acadêmicos sejam bem diferentes dos meus, sempre que possível, ela mostrava-se disposta a me ajudar.

Por fim, agradeço a todas aquelas pessoas com as quais eu mantive diálogos interessantíssimos sobre pontos específicos deste trabalho. Eles, mesmo sem saber, contribuíram com as ideias aqui expostas. Dentre essas pessoas, não posso deixar de citar o meu mais recente colega de estudo, Tiago Leal, com quem aprendi bastante, e os meus colegas de trabalho e amigos, João Gonçalves, Ronaldo Rodrigues e Guilherme Oliveira, com quem mantenho discussões de alto nível desde há muito.

As teorias são redes, lançadas para capturar aquilo que denominamos “o mundo”: para racionalizá-lo, explicá-lo, dominá-lo. Nossos esforços são no sentido de tornar as malhas da rede cada vez mais estreitas.

Karl Popper

A honestidade intelectual não consiste em tentar abrir trincheiras ou estabelecer uma posição, comprovando-a (ou “probabilizando-a”) – a honestidade intelectual consiste antes na especificação precisa das condições em que um indivíduo está disposto a desistir da sua posição.

Imre Lakatos

RESUMO

Esta dissertação está voltada para as discussões em torno do poder explicativo do programa adaptacionista, que têm seu principal fundamento no processo de seleção natural. O seu título indica que a estratégia adotada é a de uma análise metodológica. Cada tema é discutido com o intuito de compor um arcabouço conceitual a partir do qual um programa adaptacionista possa ser delineado e situado dentro do amplo debate acerca da evolução. Não apenas situado, mas reconhecido como um programa de pesquisas em biologia evolutiva que oferece boas explicações científicas. Isso não implica em sustentar a tese de que as explicações adaptacionistas são mais eficazes e têm maior credibilidade do que as alternativas existentes, o que não nos parece plausível. Diferentemente, esse estudo tenta mostrar que as explicações adaptacionistas são mais bem avaliadas, com base nos valores cognitivos destacados usualmente pelos filósofos da ciência, quando vinculadas às explicações que pressupõem mecanismos evolutivos diferentes da seleção natural, bem como em conhecimentos bem estabelecidos. Mostramos que, desse modo, o poder heurístico das explicações adaptacionistas se expande, permitindo que muitos problemas sejam mais bem formulados e abrindo caminho para soluções que efetivamente aumentem nosso entendimento da evolução biológica.

Palavras-chave: adaptacionismo – evolução – seleção natural – explicação – poder heurístico

ABSTRACT

This work focuses on discussions concerning the explanatory power of adaptationist explanations, which are chiefly based on the process of natural selection. The title of this thesis indicates that the strategy here adopted is that of a methodological analysis. Each topic is discussed in order to set up a conceptual framework for the outline of an adaptationist program and for locating it within the broader debate about evolution. This program is not just located, but recognized for its contributions to evolutionary biology, in providing good scientific explanations. This doesn't mean, however, that this work supports the idea that adaptationist explanations are the most effective and most trustful, among the extant alternatives, what seems to us not plausible at all. Instead, we attempt to show that adaptationist explanations are better valued, taking for granted those cognitive values usually pointed out by philosophers of science, when they are associated with explanations that presuppose evolutionary mechanisms other than natural selection, besides well-established knowledge. As a result, the heuristic power of adaptationist explanations expands itself, making possible a better formulation of several problems and providing solutions that increase effectively our understanding of biological evolution.

Keywords: adaptationism – evolution – natural selection – explanation – heuristic power

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	09
PARTE 1 - PANORAMA DO PROGRAMA ADAPTACIONISTA	17
1 - ADAPTACIONISMO	18
1.1 - Darwin e o adaptacionismo	18
1.2 - Caracterização do adaptacionismo	22
2 - AS CRÍTICAS AO PROGRAMA ADAPTACIONISTA	27
2.1 - Os limites das explicações adaptacionistas.....	27
2.2 - Adaptação, seleção e otimização	28
2.3 - Historietas, traços independentes e valor adaptativo	30
2.4 - Condições não adaptativas	31
2.5 - A distinção entre um traço ser uma adaptação e ser adaptativo	37
2.6 - Adaptação e compensação (<i>trade-off</i>)	40
2.7 - As variantes do adaptacionismo	41
3 - PERSPECTIVAS NÃO ADAPTACIONISTAS	47
3.1 - Construtivismo	47
3.2 - Teoria neutra	54
3.3 - Amenizando a teoria neutra	56
4 - EM DEFESA DO ADAPTACIONISMO	59
4.1 - O perigoso Daniel Dennett	59
4.2 - A explicação adaptacionista sobre as condições	72
4.3 - A explicação adaptacionista sobre o construtivismo	77
5 - UMA CLASSIFICAÇÃO POSSÍVEL	85
PARTE 2 - O STATUS EPISTEMOLÓGICO DAS EXPLICAÇÕES ADAPTACIONISTAS 91	
6 - EXPLICAÇÕES ADAPTACIONISTAS	92
6.1 - Apresentação do tema	92
6.2 - Explicações em biologia evolutiva	93
6.3 - Explicações adaptacionistas idealmente completas	99
6.4 - O que o darwinismo explica?	111
7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127

INTRODUÇÃO

Antes o voo da ave, que passa e não deixa rasto,
Que a passagem do animal, que fica lembrada no chão.
A ave passa e esquece, e assim deve ser.
O animal, onde já não está e por isso de nada serve,
Mostra que já esteve, e que não serve para nada.

A recordação é uma traição à Natureza,
Porque a Natureza de ontem não é Natureza.
O que foi não é nada, e lembrar é não ver.

Passa ave, passa, e ensina-me a passar!

Retirada a carga poético-existencial expressa nestes versos de Fernando Pessoa, sob o pseudônimo de Alberto Caeiro, resta-nos uma percepção de senso comum concernente à preferência do autor pela simples passagem por este mundo sem que nele haja qualquer sinal de sua existência, a preferência pelo não-registro, pelo esquecimento. Pois, questiona-se o poeta, para que servem tais registros? Para nada, acrescenta. E assim parece ser a atitude intelectual de tantos críticos da evolução: negam, a todo custo, os registros de uma miríade de formas vivas que aqui estiveram, passaram e deixaram seus “rastros”, como se estes registros não tivessem qualquer importância. E dentre aqueles que aceitam a evolução, há os que negam o valor epistêmico da tentativa adaptacionista de reconstruir uma história plausível com referência a esses registros, pois, parafraseando os versos do poema acima, seria “uma traição à Natureza”, já que por meio de histórias remissivas incompletas não nos seria creditada a capacidade de “*ver*” todas as particularidades da Natureza de outrora que a tornaram, de fato, Natureza (em termos ecológicos, evidentemente). Por sua incompletude epistêmica – criticam alguns não adaptacionistas – essas reconstruções históricas não passam de meras historietas que pouco contribuem para o entendimento do processo evolutivo.

Em certa medida, a adoção de uma postura negativa em relação à evolução, por uma parte considerável das pessoas de formação média, está ligada à dificuldade dessas pessoas em reconhecer a evolução como uma proposta científica, no mínimo, aceitável. Entender essa postura de senso comum não é simples. Talvez a *internet* possa nos fornecer algumas pistas, já que é fácil encontrar páginas na *web* que têm a discussão ‘criacionismo *versus* evolucionismo’ como o carro-chefe de *sites*, *blogs* etc. Um desses *blogs* divulgou uma

pesquisa realizada pela empresa Ipsos, encomendada pela agência Reuters, cujo tema abarca esse impasse científico-religioso. O resultado desta pesquisa aponta que, dentre os brasileiros entrevistados, 47% declara-se criacionista, porcentagem que coloca o Brasil à frente dos EUA, cujo índice foi de 40%. Com esse resultado, cabe o seguinte questionamento: por que tantas pessoas ainda entendem a natureza como a obra definitiva, pronta e acabada, de um projetista inteligente sobrenatural? De fato, a resposta não é simples, pois existem muitos elementos culturais e de políticas educacionais que devem ser levados em consideração. Não é o caso indicá-los aqui, mas posso apontar um aspecto da resposta a essa questão, dizendo que a aceitação da evolução requer a suspensão de muitos elementos de senso comum arraigados em nossa forma de interpretar a natureza e a condição humana, enquanto parte dessa natureza.

Trazendo para essa discussão um enfoque epistemológico, acrescento, com a ajuda de Mayr (2005), a ideia de que “a evolução pode apenas ser inferida de um arcabouço conceitual apropriado”. Isso significa dizer que, em condições normais, o processo evolutivo não pode ser observado com facilidade na natureza, justificando o seu forte contraponto com o senso comum. Pensemos em um exemplo que, acredito, pode clarificar essa argumentação: o aparecimento de relâmpagos em meio a nuvens de uma tempestade – um fenômeno físico observável que ocorre com relativa frequência. Apesar de tantas suposições construídas ao longo da história que explicam esse evento, qualquer pessoa com o mínimo de conhecimento sobre as ciências da natureza, especialmente a física, sabe que há uma clara relação entre as cargas opostas das nuvens e as da superfície terrestre, o que explica a ocorrência de descargas elétricas quando há nuvens de tempestade. Contrariamente a isso, é difícil esperar que essas mesmas pessoas de conhecimento médio aceitem com tranquilidade as teses de uma teoria cujos parâmetros teóricos requerem a compreensão de um processo lento e gradual que se realiza dentro de um período de tempo geológico para muito além de sua curta existência.

Por conta dessa evidente característica de contraposição às ideias do senso comum, ao longo de centenas de séculos de história do pensamento ocidental – do período clássico a meados do século XVIII da era cristã – pouco se falou de uma explicação científica que partisse de hipóteses evolucionistas. Nem mesmo a revolução científica trouxe consigo elementos teóricos suficientes para fundar uma postura intelectual com base evolucionista. De um modo geral, filósofos, cientistas e livres pensadores eram fixistas; isto é, defendiam a tese de um mundo estático, imutável e de duração limitada, criado por um ente sobrenatural inteligente (*intelligent design*). Entretanto, os cem anos compreendidos entre 1740 a 1840 foram particularmente importantes porque nesse período houve mudanças significativas nos

campos da geologia (descoberta de fósseis e evidências de extinções), da história natural e do pensamento político-social que se contrapunham à visão de um mundo estável e contínuo, abrindo os sulcos para serem lançadas as primeiras sementes de uma postura genuinamente evolutiva.

Superados os primeiros embates ideológicos, novos pressupostos filosóficos e científicos no campo da biologia foram postos no início do século XX. Seus parâmetros estavam orientados para a solução de problemas concernentes à vida. Mas, formular respostas plausíveis ou convincentes para esses problemas requer – como bem puderam perceber os cientistas deste período – muito mais do que a simples aplicação de leis e teorias semelhantes às da física. Essas dificuldades revelaram certo desconforto na comunidade científica diante da impotência de se controlar as variáveis de um sistema vivo. Thomas Mann, embasado em conhecimentos disponíveis de sua época alusivos à embriologia, à anatomia e à fisiologia, magistralmente retrata em sua obra prima¹ de 1924 as vicissitudes sofridas não só pela comunidade científica desse período, mas também por todos aqueles que se preocupavam com este tema.

Que era então a vida? Era calor, o calor produzido pela instabilidade preservadora da forma, era uma febre da matéria, que acompanhava o processo de incessante decomposição e reconstituição de moléculas de albumina, insubistentes pela complicação e pela engenhosidade de sua estrutura. Era o ser daquilo que em realidade não podia ser, daquilo que, a muito custo, mediante um esforço delicioso e aflitivo, consegue, nesse processo complexo e febril de decadência e de renovação, chegar ao equilíbrio do ponto do ser. Não era nem matéria nem espírito. Era qualquer coisa entre os dois, um fenômeno sustentado pela matéria, tal e qual o arco-íris sobre a queda d'água, e igual à chama. [...]. Era a vegetação, a desenvolvimento, a configuração – possibilitadas pela hipercompensação da sua instabilidade e controladas pelas leis de formação que lhe eram inerentes – de uma coisa túmida de água, de albumina, de sal e de gorduras, coisa que se chamava carne e se convertia em forma, em imagem sublime, em beleza, mas, ao mesmo tempo, era o princípio da sensualidade e do desejo.

Da natureza inorgânica para o primeiro ser com vida. De que maneira esse abismo foi transposto? Essa é uma das questões que pululavam na mente de muitos cientistas e filósofos do início do século XX. Sabe-se que, mesmo hoje, ela ainda provoca contendas no meio

¹ MANN, T. *A Montanha Mágica*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2006, p. 371.

científico. Mas, o fato que nos interessa é o papel da evolução após essa transposição. Papel este que permitiu percorrer caminhos diversos para se chegar à exuberância da vida como hoje se nos apresenta. As hipóteses alusivas ao modo como se dá o processo de evolução são diversas e, por vezes, conflitantes.

O cerne dessa discussão é o valor epistemológico das explicações adaptacionistas, tendo a evolução como pano de fundo. Mas, como contrapontos elucidativos, há de se considerar perspectivas teóricas que, *mutatis mutantis*, desqualificam, como o poeta mencionado anteriormente, a tentativa de “lembrar” da história para melhor “ver” e entender o que se nos apresenta hoje como um problema de cunho epistêmico, já que a evolução ainda está em curso.

Com isso posto, verifica-se que a proposta desta dissertação centra-se na investigação de um tema controverso dentro da filosofia da biologia referente ao chamado ‘adaptacionismo’. A ideia aqui é fazer uma análise metodológica do modo como são formuladas as explicações de cunho evolutivo com base na proposta dos adaptacionistas. Esta abordagem será desenvolvida em duas partes. Na primeira parte será apresentado um panorama do adaptacionismo, enfatizando os pontos divergentes entre esta abordagem e um conjunto de alternativas explicativas atinentes às características² dos organismos e as suas adaptações. Nesse percurso, se evidenciará um problema epistêmico-metodológico decorrente da dificuldade recíproca de aceitação das contribuições teóricas plausíveis de cada lado desta contenda. A segunda parte acentuará os problemas no âmbito da filosofia da ciência decorrentes das críticas mútuas advindas dos adaptacionistas e dos não adaptacionistas. Ao apresentarem as razões de matriz epistemológica para justificar a eficácia de suas explicações, ambos os lados trazem à tona vários problemas ligados ao poder explicativo de teorias científicas. A partir disso, esta análise será levada a focar o tema acerca do *status* epistêmico das explicações em biologia evolutiva. Por fim, com todos, ou quase todos os elementos teóricos da primeira e da segunda partes razoavelmente desenvolvidos, cumpre apresentar minha perspectiva dentro desse cenário com as considerações finais.

Como já ficou exposto, a primeira parte desta dissertação estará dedicada a mostrar um panorama do debate envolvendo as explicações em biologia evolutiva com base no adaptacionismo e aquelas que adotam uma perspectiva diferente frente aos desafios explicativos. Para que esse embate fique suficientemente claro há de se definir o adaptacionismo, dentro de uma perspectiva mais geral, como um tipo de concepção que tem a

² Os termos ‘característica’ e ‘traço’ estão sendo usados como sinônimos nesta dissertação.

seleção natural darwiniana como o único processo – ou, ao menos, o principal – capaz de explicar, coerentemente, tanto a existência e a função dos diferentes traços presentes nos organismos, como também o caso desses mesmos traços estarem ou não otimizados.

Em concordância com essa definição, biólogos e filósofos não adaptacionistas aceitam a importância da seleção natural na explicação da origem e diversificação da forma orgânica, mas não concordam com o exagerado peso que os adaptacionistas lhe atribuem. Seria um grande erro, diriam eles, avocar unicamente – ou principalmente – a seleção natural como causa da evolução das formas orgânicas, desconsiderando, parcial ou completamente, os efeitos de outros processos como, por exemplo, as restrições filogenéticas, a construção de nichos, a deriva genética etc.

Portanto, a primeira parte deste trabalho estará focada nas abordagens de dois tipos de explicação que se ligam às causas da evolução e a diversificação das formas orgânicas, quais sejam:

- a) adaptacionista – tem a seleção natural como a causa principal da evolução;
- b) não adaptacionista – tem os fatores não adaptativos (as restrições filogenéticas, a construção de nichos, a deriva, etc.) como as causas principais da evolução.

Para tanto, autores como Daniel Dennett, Richard Dawkins, Maynard Smith, Stephen Jay Gould, Richard Lewontin etc. terão destaque dentro do desenvolvimento teórico dessa parte, tendo em vista serem eles os principais representantes das propostas aqui apresentadas.

A segunda parte destacará os aspectos epistemológicos decorrentes dos embates teóricos da primeira parte. Nesse sentido, há de se demandar uma razoável compreensão dos procedimentos epistêmicos e metodológicos presentes tanto nas explicações do tipo (a), quanto nas do tipo (b) que se direcionam para o fenômeno biológico, genericamente, chamado “adaptação”³.

O que é uma explicação em biologia evolutiva? Esta é a pergunta inicial que deve ser colocada. Uma resposta satisfatória conduzirá, por conseguinte, a outras perguntas sobre como as explicações ou as hipóteses em biologia evolutiva são formuladas. As respostas

³ Há uma longa discussão contemporânea em torno da conceituação do termo ‘adaptação’. Alguns teóricos defendem que esse termo deveria estar vinculado apenas ao conceito de seleção natural e, portanto, nomearia o que resulta desse processo. Segundo essa vertente, há muitas características presentes nos organismos que não possuem qualquer vínculo com a seleção; resultam de outros mecanismos evolutivos. Para nos referirmos a essas características poderíamos empregar termos como ‘aptação’, ‘exaptação’ (Gould e Vrba, 1982), ‘adequação’ (Ginnobili e Blanco, 2007) ou mesmo ‘pré-adaptação’. Embora a exaptação seja um tema importante para este trabalho (inclusive destinamos um espaço a esse tema), não cabe aqui desenvolver com mais detalhes esses problemas conceituais. Dessa forma, o termo ‘adaptação’ será usado, nesta dissertação, em seu sentido genérico: a resposta dos organismos às exigências de fatores ambientais locais.

devem conter uma ideia mais geral do que sejam as explicações científicas. Nesse sentido, elas devem levar em conta, conforme Abbagnano (1999, p. 415), que uma explicação científica consiste na formulação de hipóteses – amplamente embasadas em conhecimentos científicos bem estabelecidos – que fornecem respostas à pergunta “por quê?”. O porquê de um dado fenômeno acontecer; e acontecer daquela forma e não de outra; naquelas condições e não em outras.

Embora seja importante, por uma razão metodológica, partir de uma compreensão mínima do que seja uma explicação científica, essa tarefa não cabe nos limites deste trabalho, tendo em vista que a literatura filosófica sobre esse tema é bastante ampla. A definição básica dada acima é apenas uma dentre várias outras formuladas por diferentes vertentes filosóficas. Dentro desse contexto, acredito ser útil, para os propósitos desta dissertação, adotar essa definição como representativa de uma compreensão mínima do que seja uma explicação científica.

Com base na definição de que as explicações científicas fornecem o porquê de um dado fenômeno acontecer de uma determinada maneira e sob condições específicas, a dificuldade ligada ao tipo de explicação a ser utilizada deve ser superada. Uma explicação pode ser de tipo causal ou do tipo condicional. Cada uma delas acentua aspectos diferentes. A primeira destaca a demonstração da necessidade de um fenômeno acontecer – necessidade no sentido de se elaborar previsões com base em leis de causação. Já a segunda alia-se à metodologia histórica no sentido de que uma explicação estaria suficientemente satisfeita se mostrasse que um dado fenômeno foi possível, sem o compromisso com a demonstração de sua necessidade (Abbagnano, 1999, p. 415). A de tipo causal, portanto, estaria atrelada à preocupação de explicar como um dado fenômeno realmente aconteceu (*how-actually explanations*), enquanto que a segunda, explicaria como possivelmente aconteceu (*how-possibly explanations*). Não é o caso apresentar, neste momento, detalhes sobre esses dois modos de explicação, tendo em vista que eles serão mais bem detalhados na segunda parte desta dissertação.

Não há dúvidas de que a definição mínima de explicação científica atrelada ao tipo de explicação causal, como indicado acima, pode ser vinculada ao conceito clássico de lei científica, segundo o qual, conforme explica Lorenzano (2011, p. 55):

as leis desempenham um papel central em uma das atividades que os cientistas costumam desenvolver – a de proporcionar explicações – pelo menos segundo a análise da explicação científica conhecida como “modelo

de cobertura nômica inferencial”, que está indissolúvelmente ligado ao nome e à obra de Carl G. Hempel [...].

Ao assumir o ônus desse vínculo, as explicações científicas também assumem o ônus das críticas direcionadas ao conceito clássico de lei no que se refere, por exemplo, à dependência de conceitos intuitivos pouco explicados ou na falta de precisão dos enunciados universalmente irrestritos. Assume, inclusive, as críticas direcionadas ao Círculo de Viena que, em um primeiro momento, encarou isso como um tipo de descrição de fatos ou regularidades observadas na natureza. Essa discussão é longa e complicada; não é o caso detalhá-la aqui, mas ela terá seu espaço reservado na segunda parte deste trabalho.

O que está em jogo são as explicações em biologia evolutiva; de modo especial as adaptacionistas. Elas são, em sua maioria, explicações históricas e adquirem todas as dificuldades epistemológicas que explicações desse tipo possuem. Veremos também que as explicações em biologia evolutiva podem estar associadas às explicações de tipo causal, fundadas em leis científicas. Entretanto, uma dificuldade ainda maior será notada quando, por exemplo, a biologia estabelece explicações teleológicas para os fenômenos evolutivos com referência às causas últimas. A migração de uma determinada ave pode ser explicada de duas maneiras distintas e válidas ao mesmo tempo com base em causas próximas e causas últimas, conforme Mayr (1998). Uma acentuará como causa da migração uma resposta hormonal e neurológica das aves em decorrência da duração e da temperatura dos dias próximos ao inverno; já a outra se dedicará a explicar como a resposta hormonal e neurológica passou a acontecer em decorrência da adaptação das aves migratórias a um ambiente com características específicas, ligadas às mudanças das estações do ano e à quantidade de alimentos disponíveis. A tarefa que nos é imposta, então, é assinalar em que medida ambas poderiam ser consideradas explicações aceitáveis.

Além da preocupação com uma abordagem suficientemente clara dos elementos de cunho metodológico e epistemológico apontados acima, é necessário ressaltar ainda que a noção de explicações científicas deve estar atrelada ao caráter da prática científica. Caso contrário, perde-se de vista uma questão importante para uma adequada resposta a uma pergunta que se nos impõe: o que os cientistas fazem quando afirmam explicar um dado fenômeno do mundo? Com essa postura indagativa também direcionada às explicações teleológicas, muitos dos problemas ligados à prática específica da biologia podem ser sanados, inclusive um problema que, certamente, aparecerá no meio desse percurso: as dúvidas concernentes à existência ou não de leis em biologia. Com isso, um dos objetivos

desta dissertação será alcançado, qual seja – parafraseando a questão acima –, tentar mostrar o que, de fato, fazem os biólogos evolucionistas quando explicam a adaptação das populações de organismos ou os fenômenos ligados à evolução, de um modo geral.

PARTE 1

PANORAMA DO PROGRAMA ADAPTACIONISTA

1 - ADAPTACIONISMO

1.1 - Darwin e o adaptacionismo

O programa adaptacionista⁴ está envolto por uma série de discussões acerca do problema relacionado à origem e à diversificação dos organismos. Embora esse problema seja antigo e vários naturalistas tenham sobre ele discorrido, bem como apresentado respostas plausíveis, nenhum deles colocou em evidência a possibilidade da adaptação como uma resposta dos organismos às exigências de um ambiente. Conforme Caponi (2011b), foi Darwin quem primeiro formulou uma proposta adaptacionista como solução para esse impasse. Como um bom naturalista que era, Darwin estava ciente das dificuldades desse tema e o colocou como um dos pontos de maior importância de sua grande obra; e assim o descreve:

Considerando a Origem das Espécies, é bastante provável que um naturalista, refletindo sobre as afinidades mútuas dos organismos em suas relações embriológicas, sua distribuição geográfica, sua sucessão geológica e outros fatos semelhantes, pode chegar à conclusão de que cada espécie, ao invés de ter sido criada independentemente, tenha descendido, tal qual como as variedades, de outras espécies. No entanto, essa conclusão, mesmo que bem fundamentada, seria insatisfatória até que pudesse ser mostrado como as inumeráveis espécies que habitam o mundo foram modificadas de forma a adquirir essa perfeição de estrutura e coadaptação que tanto excita nossa admiração. (Darwin, 2009, pp. 12-13).⁵

Darwin aponta a necessidade de se descobrir ou entender o processo a partir do qual surgem todas as modificações adquiridas pelos organismos, garantindo-lhes sua “perfeição de

⁴ O adaptacionismo será visto como um programa de investigação científica nos moldes propostos por Imre Lakatos (1999). Como tal, apresenta um “núcleo” duro (*hardcore*) expresso em três pontos, a saber: 1) a adaptação é quase ubíqua; 2) a adaptação é indispensável para compreender a origem das formas orgânicas; e 3) a seleção natural, normalmente, produz fenótipos ótimos. Em torno desse núcleo duro está uma série de hipóteses auxiliares que lhe fornecem um cinturão protetor, exemplificadas pelas hipóteses dos custos de oportunidade (*trade-offs*), da herança mendeliana, da luta pela sobrevivência etc. Na acepção de Lakatos, são essas hipóteses auxiliares que suportam o embate dos testes empíricos com o intuito de defender o núcleo duro do programa adaptacionista.

⁵ Tradução livre. Ressalto que todas as citações de textos em inglês ou espanhol nesta dissertação terão tradução livre.

estrutura e coadaptação”⁶. No seu entender, esse processo, amplamente discutido em *A Origem das Espécies* (doravante, *A Origem*), é a seleção natural. Sua resposta seguiu uma trilha bem diferente em comparação com as que outros naturalistas anteriormente haviam sugerido. Com ela, Darwin abriu espaço para que se iniciasse uma das mais importantes discussões em biologia evolutiva, acerca da adaptação das estruturas orgânicas às exigências ambientais. A adaptação, então, passa a ser considerada, de fato, como um aspecto crucial para o entendimento dos seres vivos. E isso pode ser encarado como uma exigência interna à própria teoria apresentada em *A Origem*, afirma Caponi (2011b, p. 2). Com o processo da seleção natural, Darwin leva em conta a caracterização de um mundo escasso em recursos no qual os organismos precisam lutar entre si para manterem-se vivos e procriarem.

A luta pela sobrevivência resulta, inevitavelmente, da alta taxa de multiplicação que todos os organismos tendem a ter. Todo indivíduo que durante seu estado natural de vida produz muitos ovos ou muitas sementes, deve sofrer perdas em algum período de sua vida, ou durante alguma estação ou parte qualquer do ano, pois, do contrário, levando em conta o princípio do crescimento geométrico, o número de seus descendentes rapidamente tornar-se-ia tão grande que nenhuma região suportaria alimentá-los. Ainda, como nascem mais indivíduos do que os que conseguem sobreviver, deve existir, em todo caso, uma luta pela sobrevivência, quer com indivíduos da mesma espécie, quer com indivíduos de espécies diferentes, quer com as condições naturais da vida. (Darwin, 2009, p. 66).

Aceitando como corretas as premissas colocadas em *A Origem* que fundamentam a seleção natural, há de se supor uma luta travada entre os vários organismos existentes para sobreviverem às vicissitudes de um ambiente seletivo. Como consequência, é difícil não pensar que essa luta, em parte, molda as características dos organismos, tendo em vista que aqueles cujas habilidades vantajosas se sobressaem conseguem transmitir essas mesmas habilidades às gerações subsequentes por meio da reprodução.

O adaptacionismo, portanto, surge apenas dentro de um contexto darwiniano, como “um modo de entender os seres vivos que só se impõe como uma necessidade nessa ordem de escassez em que Darwin transformou a natureza.” (Caponi, 2011b, p. 2). Como ainda defende Caponi, é um corolário que surge do modo como Darwin apresenta a solução para o problema da origem e diversificação das espécies.

⁶ Por coadaptação, Darwin quer significar a coerência e a correspondência funcional das partes dos organismos.

Certamente alguém pode contestar essa tese, dizendo que há elementos adaptacionistas pré-darwinianos em Lamarck e Cuvier, por exemplo. Caponi entende que não. O ponto principal da teoria de Lamarck sempre foi a defesa da escala dos seres; e em nenhuma parte desta teoria se vê a tentativa de apresentar razões que justificam a ideia de que as modificações produzidas nos organismos pelas circunstâncias, ou pelas reações dos organismos frente a essas circunstâncias, são úteis ou vantajosas para seus portadores ou são respostas a algum problema de algum ambiente particular (Caponi, 2011b, p. 26). Uma interpretação neolamarckista, amplamente difundida, é que tenta situar Lamarck como precursor de Darwin.

O clássico exemplo do pescoço das girafas parece indicar que, de fato, houve uma adaptação dessa espécie às pressões seletivas de um ambiente no qual os mais aptos são os que possuem enormes pescoços. Entretanto, ainda segundo Caponi, o que ocorreu não foi uma adaptação, mas sim, dentro da perspectiva lamarckiana, uma modificação em decorrência do reiterado e contínuo movimento das girafas em sua maneira de alimentar-se. Isso não indica, *a priori*, que essa modificação tenha que trazer, necessariamente, vantagens para esses animais e que seja relativa a um ambiente particular. Para Caponi, essa perspectiva fica mais evidente quando Lamarck dá as razões que justificam o fato de os grandes quadrúpedes possuírem determinadas características:

Estes animais, além de possuírem o “hábito de consumir, todos os dias, grande quantidade de alimento que estendem os órgãos que os recebem”, possuem também o hábito “de ter não mais que medíocres movimentos” e disso “resultou que os corpos desses animais engordaram consideravelmente, tornaram-se pesados e maciços, e adquiriram um volume muito grande. É o que se vê em elefantes, rinocerontes, vacas, búfalos e cavalos” (Lamarck, 1994[1809], p. 229). Ao contrário disso, observa Lamarck, nas terras onde a presença de predadores obriga [outros animais] a correrem reiteradamente, esses efeitos não são notados; o exercício deu às gazelas e antílopes um corpo mais esbelto. No entanto, esta esbelteza e leveza não é uma adaptação para a corrida, é um resultado ou um efeito da corrida. (Caponi, 2011b, p. 37).

Como pode ser verificado, seguindo o pressuposto de Caponi, Lamarck não pensa sob uma perspectiva adaptacionista, tendo em vista que não se preocupa com as vantagens que as modificações dos organismos podem trazer em termos de estratégia de sobrevivência, mas apenas entende essas modificações como consequência das condições de vida, as quais os

organismos estão submetidos. Nesse sentido, Lamarck está mais preocupado em entender os mecanismos fisiológicos que geram essas modificações. O mesmo pode ser dito de Cuvier, onde também há um compromisso com aspectos fisiológicos que explicariam as características dos organismos, que em nada se aproxima de uma visão minimamente adaptacionista na qual as características dos organismos se dão com referência às exigências de um ambiente local. Cuvier jamais pensou a fisiologia dos organismos a partir dessa perspectiva, mas via a inserção de um organismo qualquer em um ambiente particular como uma consequência de sua estruturação interna, de sua fisiologia. (Caponi, 2011b, p. 34).⁷

Diante disso, é fato que a solução darwiniana, por ser inovadora, teve um impacto bastante significativo na comunidade científica da segunda metade do século XIX. E não poderia ser diferente, pois ao atribuir à seleção natural um papel de extrema importância, Darwin contribuiu imensamente para uma interpretação alternativa às propostas criacionistas tão difundidas nesse período, no que se refere à origem e à diversificação das espécies. Ele tinha noção do quanto sua teoria era importante e da quantidade de mudanças que ela traria para o entendimento do modo como se dá a especiação com impactos significativos, inclusive, para a compreensão do lugar do homem na natureza.

Entretanto, levando em consideração que a “vida estaria submetida ao império da escassez” (Caponi, 2011b, p. 60), a seleção natural haveria de dar conta da existência de várias características dos organismos aparentemente sem qualquer utilidade, ou de utilidade secundária, que os naturalistas da época de Darwin bem conheciam. Essa e outras dificuldades fizeram com que a euforia com as explicações darwinianas não durasse muito tempo. Na década de 1870 a teoria da seleção natural foi negligenciada pela maior parte da comunidade científica. Essa postura se deu por, basicamente, três razões (Mayr, 2005): 1) havia pouquíssimos dados experimentais que a justificavam, embora a ideia de uma evolução por descendência comum fosse amplamente aceita por essa mesma comunidade; 2) ainda não havia uma explicação para a origem e natureza da contínua variação dos organismos em uma população; 3) também faltava um mecanismo de herança capaz de explicar coerentemente este processo.

Pelas razões acima citadas, de 1870 até 1920 o darwinismo ficou quase que totalmente sem prestígio diante da comunidade científica. Por outro lado, Darwin propôs a teoria da seleção natural em termos bastante abstratos, o que a fez resistir às mais duras críticas da

⁷ Em sua proposta, Caponi traz elementos interessantes que podem ser analisados, debatidos e contrapostos. Mas essa discussão é longa e não é o caso detalhá-la aqui, já que o ponto principal neste início de discussão é apenas situar o adaptacionismo dentro de um contexto teórico.

comunidade científica por mais de 150 anos e facilitou sua integração com outras teorias, como a genética. Apenas com a síntese evolutiva (fusão do mendelismo com o darwinismo), ocorrida entre as décadas de 1920 a 1940, a teoria da evolução de Darwin passou a ser mais bem avaliada, conquistando o reconhecimento de boa parte dos cientistas como uma importante causa da especiação.

Vimos até aqui, portanto, o contexto no qual foram formulados os fundamentos do adaptacionismo, com enfoque em sua principal característica: o uso de histórias inferidas a partir do valor adaptativo das características de um determinado organismo em uma população particular. Como foi possível observar, as críticas ao adaptacionismo surgiram *pari passu* as novas explicações pautadas neste programa de pesquisa; e desde os anos de 1970 ele vem sendo ainda mais criticado por biólogos estruturalistas e construtivistas tais como Gould, Lewontin e Godfrey-Smith. Esses embates acadêmicos configuram o contexto teórico que envolve o dilema adaptacionista, que será detalhado mais adiante. Antes, é importante entender a proposta do programa adaptacionista para depois adentrar em outros elementos teóricos que permitem classificar as diferentes vertentes desta discussão.

1.2 - Caracterização do adaptacionismo

Como já foi definido na introdução desta dissertação, o adaptacionismo, em sua acepção mais geral, tem a seleção natural darwiniana como o único processo – ou, ao menos, o principal – capaz de explicar, coerentemente, tanto a existência e a função dos diferentes traços presentes nos organismos, como também o caso desses mesmos traços estarem ou não otimizados.⁸ Segundo os defensores dessa ideia, um organismo é dividido em características unitárias e, para cada uma delas separadamente, é possível construir uma história evolutiva com base no seu valor adaptativo atual.

Já foi dito que a fusão do mendelismo e do darwinismo permitiu a estruturação desse modo de compreensão das características dos organismos. Com essa síntese, boa parte dos biólogos evolucionistas e outros estudiosos da teoria da evolução passaram a entender a seleção natural como a causa primária da mudança evolutiva das populações de organismos. Essa explicação dos traços dos organismos se daria por meio de histórias que apontam as

⁸ É claro que essa definição não incorpora, ainda, as críticas advindas das argumentações promovidas por Gould e Lewontin (1979) e de outros críticos do programa adaptacionista. À medida que essas críticas vierem à tona, essa definição será revista.

adaptações decorrentes da ação da seleção natural, inferidas a partir do valor adaptativo desses traços em certos ambientes, isto é, em termos da sobrevivência e do sucesso reprodutivo de cada organismo. Sendo assim, a evolução pode ser definida, então, como um processo de aquisição de características anatômicas, fisiológicas ou comportamentais que faz com que um organismo ou um grupo aumente a aptidão (*fitness*) em um determinado ambiente como resultado da seleção natural ao longo de várias gerações.

Evidentemente, esta definição pode também incluir a seleção sexual, na medida em que determinadas características anatômicas, (como a cauda do pavão) e/ou comportamentais (como o canto dos pássaros) aumentam a aptidão dos organismos por serem selecionadas com base em “preferências” das fêmeas em relação aos machos e, por vezes, dos machos em relação às fêmeas. A discussão que engloba a seleção sexual é bastante complexa e Darwin já havia indicado esse entendimento em *A Origem* quando afirma que aquelas diferenciações entre machos e fêmeas que dizem respeito apenas à configuração da cor ou da ornamentação se devem quase que exclusivamente à seleção sexual. Isso, devido ao fato de que alguns machos – por conta de sua força ou de suas armas e/ou seus meios de defesa, bem como por seus atrativos e habilidades diferenciadas – se sobressaem em relação aos outros. Isso significa que algumas características são transferidas aos machos das gerações posteriores simplesmente porque elas trazem vantagens sob um ângulo puramente sexual (Darwin, 2009, p. 88). Darwin acrescenta ainda em *A Descendência do Homem* que

Quando os dois sexos seguem exatamente os mesmos hábitos de vida, e os machos têm os órgãos dos sentidos e da locomoção mais desenvolvidos do que os da fêmea, pode ser que esses órgãos, em seu estado de perfeição, sejam indispensáveis para o macho encontrar a fêmea. Mas na maioria absoluta dos casos, eles servem apenas para dar ao macho, vantagens sobre os outros, [...] Em tais casos, a seleção sexual deve ter entrado em ação para os machos adquirirem a sua atual estrutura, não para ficarem melhor preparados para sobreviverem à luta pela existência, mas para ganharem vantagem sobre os outros machos, e para transmitirem essa vantagem apenas aos seus descendentes machos. [...] Entretanto, em muitos casos é quase impossível distinguir entre os efeitos da seleção natural e os da sexual. (Darwin, 2010, pp. 157-158).

Voltando à definição de adaptacionismo dada anteriormente, é possível notar que ela ilustra a importância teórica da seleção natural para estruturar uma explicação pertinente das características fenotípicas dos organismos. Um organismo atual, diriam os adaptacionistas,

apresenta características ótimas, fixadas ao longo de centenas ou milhares de gerações por meio da ação da seleção natural. Uma andorinha, por exemplo, é capaz de voar porque esse traço foi adaptativo em um determinado ambiente do passado e, supostamente, continua sendo adaptativo hoje. Em outros termos, os indivíduos desta espécie, que outrora possuíam características incapacitantes para o voo, tiveram, teoricamente, menor aptidão em comparação com os que voavam. O número de indivíduos com menor aptidão (por não voarem) diminuiu a cada geração e, por fim, foram completamente suplantados. Essas seriam, em poucas palavras, as razões para explicar o fato de que, atualmente, existem apenas andorinhas capazes de voar.

A reconstrução acima é apenas uma especulação histórica; teórica e metodologicamente modesta acerca de como aconteceu a seleção de um traço específico de um organismo em um determinado ambiente. Para que esse tipo de explicação tenha vigor e acurácia epistêmica exige-se uma coleta de dados empíricos sobre as características de ambientes passados tais como: a variação climática, os tipos de alimentos disponíveis à época e as dificuldades de adquiri-los, a quantidade de água disponível, a flora e os tipos de predadores existentes, bem como informações sobre outros animais que disputavam os mesmos alimentos, dentre tantos outros aspectos. Tão somente com esses dados à mão é que se torna possível construir um cenário evolutivo a partir do qual se explique, com um grau de plausibilidade maior, a história adaptativa de um determinado organismo, hoje existente. Nesse sentido, estando claros e bem definidos todos, ou pelo menos a maior parte dos aspectos que compõem um cenário evolutivo, qualquer característica podem ser testada empiricamente.

A definição do adaptacionismo em foco acentua, ainda, que a seleção natural é um processo que também aperfeiçoa as características dos organismos. O próprio Darwin anuncia esta ideia quando, ao definir sua noção de seleção natural como “preservação das variações individuais favoráveis e eliminação das variações nocivas”, afirma que

[...] qualquer variação, por menos nociva que seja ao indivíduo, acarreta forçosamente a extinção deste. [...] ligeiras modificações, favoráveis em qualquer grau que seja aos indivíduos de uma espécie, adaptando-as melhor a novas condições do meio ambiente, tenderiam a perpetuar-se, e a seleção natural teria assim materiais disponíveis para começar a sua tarefa de aperfeiçoamento. (Darwin, 2010, pp. 69-70).

A despeito da tese darwiniana descrita na citação acima, verifica-se amplamente a existência de organismos “mal projetados”, por assim dizer, em ambientes correntes. O guepardo (*Acinonyx jubatus*) é um bom exemplo. Em épocas anteriores ao Pleistoceno esta espécie era bastante diversificada e sua área de atuação abrangia a África, a Europa e a América do Norte. O guepardo atual originou-se da espécie *Acinonyx pardinensis* que apresentava características bem diferentes do correspondente contemporâneo: tamanho bem maior, mais forte, menos veloz e vivia disperso pela África, sul da Europa e Oriente Médio. Com a variação climática do Pleistoceno – gelo no hemisfério norte e seca no sul, e a consequente mudança da fauna – 75% dos animais de grande porte foram eliminados. Não foi diferente com o guepardo; boa parte dos indivíduos dessa espécie também pereceu. Os que sobreviveram foram adquirindo, ao longo de várias gerações, características que melhor respondiam às novas pressões seletivas de um ambiente com pouca disponibilidade de recursos. Ficou, por exemplo, bastante dispendiosa a manutenção de corpos grandes e, por isso, os descendentes dos antigos guepardos tornaram-se franzinos; e ficaram também muito velozes para caçarem animais de pequeno porte que corriam rapidamente (mais abundantes nesse novo cenário). Por conta dessas e outras alterações, o guepardo é, atualmente, um dos mamíferos com menor diversidade genética. Além disso, tem uma séria desvantagem: por ser extremamente veloz, desgasta-se muito durante suas caçadas, forçando-o a esperar alguns minutos para recompor as forças após a captura de alguma presa. Nesse ínterim, as hienas roubam-lhe o alimento, já que, exausto, não há como enfrentá-las. Mesmo desconsiderando a ação antrópica em seu *habitat*, o guepardo é uma espécie com uma considerável probabilidade de ser extinto.

Casos como esses são emblemáticos, já que podem revelar a não otimização de uma ou mais características de uma espécie no ambiente em que vivem. Quanto a isso, a argumentação dos adaptacionistas se baseia na ideia de custos de oportunidade ou compensações (*trade-offs*) entre forças seletivas em conflito. Em outras palavras, quando há forças seletivas em conflito, dentre as características selecionadas (as que, teoricamente, respondem melhor às exigências ambientais) podem existir traços que, isoladamente, trariam pouca aptidão para os organismos que os possuem. Esses efeitos deletérios são compensados por efeitos vantajosos a eles atrelados. No ambiente do guepardo, voltando ao exemplo já mencionado, a alta velocidade é uma característica vantajosa, contudo sua explosão muscular custa caro. Ele gasta tanta energia quando corre atrás de uma presa que chega à exaustão. Poderia ser dito, então, que a exaustão que o impede de comer a presa logo após a captura é compensada pelas vantagens adaptativas da alta velocidade. Conclui-se com isso que a

sobrevivência desta espécie depende, dentre outros fatores, da preponderância dos efeitos de cada característica ao longo de várias gerações.

Os adaptacionistas levam ainda em consideração que cada população tem uma taxa de mutação espontânea própria que é modulada pela seleção natural. Se um dado material genético permanece nas condições em que se encontra, as mutações – produzidas em cada geração de organismos ou em um gene específico – ocorrerão de forma constante e recorrente. Logo, é possível estimar o número de mutações em cada população ao longo de suas gerações e, ainda, identificar possíveis limitações das respostas dos organismos em relação às exigências ambientais. Nesse contexto, o que prevalece, segundo os adaptacionistas, é uma resposta mais ou menos ótima. Isso significa dizer que certas características são selecionadas positivamente pelo ambiente mesmo se, com elas, vierem acompanhadas outras características que podem, em parte, comprometer a aptidão dos organismos que as possuem. A presença delas em um mesmo organismo se dá apenas quando há uma compensação entre os custos e os benefícios de possuí-las. Com isso, a sobrevivência e reprodução dos organismos são afetadas probabilisticamente pelas características deletérias ou vantajosas preexistentes, sistematicamente moduladas pela ação da seleção natural.

Vimos, portanto, que o programa adaptacionista surge como um corolário da teoria darwiniana que apresenta a seleção natural como o principal processo que explica a origem e a diversidade das formas orgânicas. Levando em consideração que este processo atua na adaptação das diversas partes de um organismo às exigências ambientais locais durante muitas gerações, o adaptacionismo apresenta, então, uma perspectiva pragmática, pois passa a entender que cada parte da estrutura de um organismo deve possuir alguma função e, ainda, que com base nessas funções é possível reconstruir a evolução de cada espécie. Evidentemente, os desafios teóricos e metodológicos apresentados aos adaptacionistas são imensos, tendo em vista que várias premissas que assumem devem ser clarificadas para que os objetivos deste programa sejam alcançados, pois mesmo com os avanços teóricos da biologia evolutiva com base em descobertas recentes, vários problemas do adaptacionismo não foram sanados e, para complicar um pouco mais, outros foram acrescentados. Nas seções subsequentes veremos com mais detalhes essas dificuldades.

2 - AS CRÍTICAS AO PROGRAMA ADAPTACIONISTA

2.1 - Os limites das explicações adaptacionistas

Para início de discussão, pode-se afirmar que as críticas dirigidas ao adaptacionismo acentuam os limites da explicação dessa perspectiva concernente à organização das formas vivas, tendo em vista a crença de que a seleção natural é o processo que, supostamente, melhor explica a origem da complexidade estrutural e a diversificação da forma orgânica. A seleção natural, por si só, dizem os críticos, não é capaz de dar conta de todos os fenômenos decorrentes do processo evolutivo. Ela é apenas mais um processo dentre outros que não podem ser, simplesmente, ignorados. Em outros termos, os críticos colocam em cheque o real poder causal-explicativo da seleção natural e sua prioridade em detrimento de outros fatores explicativos.

Para facilitar a compreensão das críticas ao programa adaptacionista, segue abaixo uma lista de tópicos, conforme Ginnobili e Blanco (2007), que resume os contrapontos teóricos existentes entre o programa adaptacionista e outras propostas de explicação do processo evolutivo. De modo geral, o adaptacionismo é criticado por:

- i) entender a seleção como um agente otimizador dos traços presentes nos organismos, sem nunca desacoplar a adaptação da Seleção Natural, como se ambas fossem conceitualmente dependentes entre si, depreciando, conseqüentemente, explicações alternativas à seleção natural;
- ii) dividir os organismos em traços unitários independentes que são explicados a partir de historietas inferidas do valor adaptativo desses traços e depositar uma confiança exagerada na plausibilidade como critério de aceitação das historietas adaptativas;
- iii) ignorar as restrições não adaptativas na configuração dos organismos;
- iv) vincular o valor adaptativo atual dos traços dos organismos com a explicação da origem de cada um desses traços;
- v) apelar para o compromisso com o custo de oportunidade (*trade-off*) entre forças seletivas em conflito, nos casos em que uma ou mais características parecem não estar otimizadas no ambiente em que se realizam.

O passo seguinte é, então, analisar esses cinco pontos. Cada qual será desenvolvido como um subitem desta seção.

2.2 - Adaptação, seleção e otimização

As críticas direcionadas ao item (i) destacam que a adaptação e a seleção não são conceitualmente dependentes como defendem os adaptacionistas. Em outros termos, põe em cheque a crença adaptacionista de que a seleção natural é um processo tão importante e determinante da evolução das espécies, que todas as características biológicas só poderiam ser satisfatoriamente explicadas à luz da seleção natural.

Gould e Lewontin (1979), afirmam que é possível que haja seleção sem adaptação e adaptação sem seleção. Eles nos levam a pensar no seguinte cenário:

Uma mutação que dobra a fecundidade dos indivíduos se propagará rapidamente na população. Se não houver qualquer mudança na eficiência da utilização dos recursos, os indivíduos não deixarão mais descendentes do que antes, mas, simplesmente, botarão duas vezes mais ovos; o excedente morrerá por conta da limitação dos recursos. Em que sentido estão os indivíduos, ou a população como um todo, mais bem adaptados do que antes? (Gould e Lewontin, 1979, p. 158).

Desconsiderando as particularidades concernentes aos níveis de seleção (do gene, do indivíduo, do grupo etc.) e aceitando que esta hipótese esteja correta, o cenário que Gould e Lewontin colocam aponta para uma situação na qual houve a seleção de indivíduos (fecundidade duplicada) sem que houvesse adaptação (a quantidade de descendentes não foi aumentada). Esse, portanto, seria o primeiro indício de que seleção e adaptação são conceitos independentes. Outro indício indicado por esses críticos diz respeito à plasticidade fenotípica dos organismos. Em um mesmo ambiente com as mesmas pressões seletivas, uma população com indivíduos idênticos pode apresentar fenótipos diferentes, na medida em que a plasticidade fenotípica desses indivíduos lhes permite, em seu desenvolvimento ontogenético, moldar-se ao ambiente, afirmam Gould e Lewontin (1979). Isso sugere que houve adaptação sem a ação da seleção natural.

É certo também que outros processos contribuem para ampliar essas críticas. De acordo com os não adaptacionistas, vários outros mecanismos não seletivos (deriva, restrições, recombinação gênica⁹ etc.) também atuam, influenciando na configuração genotípica e fenotípica dos organismos, independentemente da seleção natural. Essa atitude

⁹ Troca aleatória de material genético durante a meiose, mais precisamente quando ocorre o *crossing-over*, sobrecruzamento das cromátides homólogas, não irmãs, que se encontram emparelhadas.

pluralista amplia o entendimento do processo de evolução, já que a seleção natural sozinha não dá conta de explicar todos os aspectos envolvidos na adaptação dos seres vivos. Nesses termos, não há como admitir a tese adaptacionista segundo a qual adaptação e seleção estão conceitualmente ligadas.

O item (i) aponta ainda uma dificuldade concernente à seleção natural entendida como um agente otimizador das características dos organismos, isto é, “a perfeição adaptativa de um órgão ou de um animal avaliada em relação ao contexto ecológico” (Pievani, 2010, p. 170). O posicionamento dos críticos não adaptacionistas frente a esse problema é simples: se a adaptação de uma população de organismos qualquer, decorrente da ação da seleção natural, apenas representa um resultado possível, dentre tantos outros, então é difícil aceitar a ideia de que há adaptações ótimas. Isso porque a possibilidade de variados picos de adaptação em um cenário evolutivo é uma realidade que não pode ser ignorada, bem como as diferenças consideráveis de aptidão dos organismos quando do “instante inicial” de um processo de seleção natural. A aptidão dos organismos, na verdade, pode refletir percursos para diferentes picos adaptativos.

Gould é ainda mais duro em sua crítica, afirmando que a tese adaptacionista da otimalidade é uma forma escamoteada de progresso, “a falácia de que a evolução abarca uma tendência ou impulso fundamental na direção de um resultado primordial e definidor, na direção de uma característica que paira sobre tudo mais como um epítome da história da vida.” (Gould, 2001, p. 36). Gould vê a tese da otimalidade como uma falácia porque ele entende que “a sequência de ambientes locais em qualquer lugar deve ser realmente aleatória ao longo do tempo geológico”. Nesse sentido, “se os organismos estão acompanhando seus ambientes locais através da seleção natural, então sua história evolutiva deve ser efetivamente aleatória também.” (Gould, 2001, p. 193). Em poucas palavras, os ambientes não mudam em uma direção persistente ao longo do tempo, permitindo que as características dos organismos sejam otimizadas, conforme essa direção da mudança ambiental. Mesmo o apelo à luta pela sobrevivência entre organismos, mediada pela seleção natural, não resolve o problema da otimalidade, tendo em vista que outros fatores não seletivos (como a deriva) influenciam esse processo. Nas palavras de Gould, transpondo sua crítica ao progresso para uma análise da evolução humana,

Se não passamos de um pequeno galho no florido e arborescente arbusto da vida, e se o nosso galho se separou há apenas um momento geológico, então talvez não sejamos o resultado previsível de um processo inerentemente

progressivo [...]; talvez sejamos, não importa nossas glórias e conquistas, um acidente cósmico momentâneo, que nunca surgiria novamente se a árvore da vida pudesse ser replantada a partir da semente e criada novamente sob condições similares. (Gould, 2001, p. 35).

2.3 - Historietas, traços independentes e valor adaptativo

As críticas direcionadas ao item (ii) acentuam que a crença adaptacionista de que os organismos podem ser reduzidos aos traços elementares que os compõem é equivocada. Essa crença é fomentada, continuam os críticos, pela insistente tentativa dos adaptacionistas de construir histórias evolutivas para cada uma das partes dos organismos. Essa tentativa produz, de fato, não descrições plausíveis que contribuem para um bom entendimento dos processos ligados à evolução, mas apenas meras historietas (*just-so stories*) que podem, na verdade, dificultar o entendimento desses processos.

Essas historietas apontam para um sério problema que os adeptos do programa adaptacionista têm de lidar: o fato delas, aparentemente, possuírem um caráter *ad hoc* que as assinalam como não falseáveis. As explicações *ad hoc* são ajustes teóricos que objetivam salvar ou “imunizar”¹⁰ uma determinada teoria de testes empíricos que a contrariam. Nesse sentido, se uma historieta é falseada quando contraposta a um teste empírico, acrescentar pequenas modificações para salvá-la, seguindo os mesmos padrões adaptacionistas, não seria aceitável. Entretanto, segundo Gould e Lewontin (1979), as historietas são constantemente concebidas com o intuito de explicar as adaptações evidenciadas nas populações de organismos. Quando essas historietas apresentam falhas evidentes, os adaptacionistas não investigam as possíveis dificuldades imbricadas em sua metodologia; nem mesmo se dão ao trabalho de verificar se há uma explicação alternativa plausível e mais bem ajustada aos dados empíricos, baseadas em outros mecanismos evolutivos. Diferente disso, eles insistem em apresentar essas historietas com modificações *ad hoc*, tendo em vista sua forte confiança na seleção como um processo suficiente para explicar a evolução. Outras vezes, transferem o problema para as ciências biológicas como um todo, já que, segundo eles, a ciência não teria ainda atingido um nível de conhecimento que os permita formular explicações adaptacionistas adequadas. Resta, então, esperar por novas descobertas científicas para que sua metodologia, de fato, cumpra seus objetivos.

¹⁰ Termo usado por Hans Albert e indicado por Karl Popper, 1991, p. 220.

Além disso, ao entenderem os organismos como a junção de traços independentes, cada qual tendo supostamente sua própria história adaptativa, os adaptacionistas perdem de vista o fato de que os organismos são entidades integradas cujas partes seriam mais bem entendidas, se analisadas em conexão umas com as outras. Darwin já defendera que os organismos devem ser pensados como um sistema integrado, no qual suas partes estão fortemente conectadas. Assim,

as diferentes [características] da organização são, no decorrer do crescimento e do desenvolvimento, tão intimamente ligadas entre si, que as outras partes se modificam quando pequenas variações se produzem numa parte qualquer e se acumulam aí em virtude da ação da seleção natural. (Darwin, 2010, p. 109.)

Se as modificações de uma parte do organismo trazem consequências para outras partes, da maneira como indicada por Darwin, então é difícil aceitar a tese adaptacionista que afirma ser possível construir histórias adaptativas plausíveis acerca de características independentes, afirmam os críticos.

Com essa perspectiva, pode-se afirmar que as historietas são bastante questionáveis no que se refere ao objetivo para o qual elas são forjadas, a explicação das adaptações. De resto, a compatibilidade com a seleção natural torna-se a principal referência para a confirmação ou não da plausibilidade dessas histórias, tendo em vista a tese adaptacionista segundo a qual todas as características biológicas resultam das respostas que os organismos dão a um ambiente seletivo. Acreditar ainda que todas as características dos organismos, necessariamente, resultam da ação da seleção natural pode produzir erros significativos para as explicações adaptacionistas. Por tudo isso, os críticos afirmam que as explicações propostas no âmbito dessa perspectiva têm um caráter problemático.

2.4 - Condições não adaptativas

No que tange ao item (iii), as críticas são direcionadas ao fato de os adaptacionistas não considerarem as condições filogenéticas como elementos importantes para a evolução e o desenvolvimento dos organismos. Eles ignorariam as limitações e/ou os direcionamentos que essas condições impõem ao processo evolutivo e à ontogenia. Por conseguinte, produzem equívocos teóricos que dificultam o seu correto entendimento (Gould e Lewontin, 1979). Os

críticos do programa adaptacionista asseguram que algumas das características presentes nos seres vivos correntes derivam não de processos ligados à seleção natural, mas de restrições estruturais que os afetam como um todo integrado. Fechar os olhos para esse fato seria, então, um dos grandes erros dos adaptacionistas.

De acordo com críticos do adaptacionismo, como Gould e Lewontin (1979), uma vez que uma dada espécie tenha “adotado” certo “caminho” evolutivo (determinada “estratégia” em detrimento de outras possíveis), há um compromisso cada vez maior com esta “escolha” em particular, de tal modo que ocorre uma diminuição progressiva das possibilidades de suas respostas adaptativas às exigências dos fatores ambientais. Impõe-se aí, portanto, limitações naturais em relação aos destinos evolutivos que podem ser traçados. Gould e Lewontin asseveram que essas constrições dizem respeito aos planos básicos de construção (*Baupläne*) dos organismos ou às canalizações, isto é, às possibilidades de desenvolvimento (ontogenia) limitadas em decorrência das restrições históricas. Isso significa dizer que as constrições internas de uma determinada espécie a impedirão de seguir qualquer “caminho evolutivo” e/ou ontogenético, no caso dos organismos dessa espécie.

Sobre as limitações filogenéticas e ontogenéticas dos organismos, há uma interpretação bastante recente, pautada nos pressupostos da assim chamada teoria da Evo-devo. Ela sugere uma discussão mais enfática em torno da unidade de tipo ou, em outros termos, destaca “o retorno [do] interesse pelas semelhanças que contrasta com o interesse pelas diferenças, característico tanto do darwinismo clássico quanto do darwinismo neoclássico.” (Caponi, 2011a, p. 212). Portanto, ainda com Caponi (2011a), há dois problemas que merecem esclarecimentos dentro dessa perspectiva: 1) a persistência de certas estruturas morfológicas; 2) o surgimento de novidades morfológicas.

Esses dois problemas sempre foram analisados pelos adaptacionistas, tendo por base principal a seleção natural. O que Gould e Lewontin sugerem – e que está em concordância com a teoria da evo-devo – é que uma explicação mais acurada do fenômeno evolutivo requer referências teóricas que estão para além do poder explicativo da seleção natural. Teria que se levar em conta “as forças que explicariam porque o padrão (*pattern*) morfológico gerado pela evolução só ocupa uma parte restringida de um morfoespaço que, *a priori*, parecia oferecer mais possibilidades do que as efetivamente atualizadas.” (Caponi, 2011a, p. 215). Essa explicação levaria em consideração, portanto, uma teoria complementar à da seleção natural capaz de explicar a sequencia, a direção e os limites impostos à filogenia dos organismos devido às exigências organizacionais da ontogênese e as constrições do desenvolvimento. Com esses três pontos, razoavelmente clarificados, seria, então, possível perceber que

o meio pelo qual se propagam os efeitos evolutivos das contrições desenvolvimentais [...] são grupamentos de espécies que compartilham um mesmo plano básico (*Bauplan*); e é nesse nível que suas marcas poderão ser observadas. As constrições desenvolvimentais, com efeito, podem ser identificadas como agindo sobre todas as ordens taxonômicas que compartilham um mesmo plano corporal. (Caponi, 2011a, p. 219).

Gould e Lewontin (1979) usam o termo em alemão '*Bauplan*' porque fazem uma analogia das limitações estruturais impostas aos organismos com as limitações arquiteturais impostas a um plano de construção traçado por um engenheiro. Eles citam os arcos da famosa Catedral de São Marcos, situada em Veneza, como exemplo.



Figura 1 – disponível em: <<http://www.iplan2go.com.br/blog/pontos-turisticos/conheca-10-atracoes-gratuitas-na-europa>>. Acesso em: 5 set. 2011.

A sustentação das grandes abóbadas dessa catedral é feita com quatro arcos. O apoio da abóbada sobre os arcos gera – devido ao plano de construção desta edificação – espaços triangulares entre estes e a base da abóbada, chamados por Gould e Lewontin de ‘tímpanos’. Esses espaços nada mais são do que subprodutos decorrentes das limitações impostas pelo *Bauplan* deste projeto. Entretanto, como se verifica na figura 1, esses tímpanos foram bem utilizados por artistas que, por meio de belas pinturas, representam mensagens da fé cristã. A beleza ímpar dessa construção e das pinturas pode levar a crer que esses espaços foram projetados exatamente para estamparem tais imagens. Esse equívoco, asseguram Gould e Lewontin, é semelhante ao equívoco dos adaptacionistas, segundo o qual, todas as

características dos organismos teriam sido projetadas para cumprirem uma função em um grau ótimo.

Contrariamente a essa expectativa, assim como os tímpanos da catedral de São Marcos são meros subprodutos arquitetônicos, cooptados para outros fins (estampar pinturas com temáticas cristãs), há características nos organismos que são subprodutos (*by-products*) adaptativos, também cooptados para outras funções. Se for este o caso, a ação da seleção natural sozinha não é suficiente para causar todas as características dos organismos em uma população. Muitas delas são cooptadas para outros fins bem diferentes dos inicialmente projetados. Gould e Lewontin chamam a cooptação de uma característica qualquer, de exaptação, conceito que será mais bem explicado adiante.

A analogia proposta acima pode ser verificada, por exemplo, no “compromisso” com o voo que a história evolutiva das aves mostra. Esse “compromisso” lhes exigiu, ao longo de sua evolução, uma resposta adaptativa a um ambiente seletivo específico que, teoricamente, fomentava sempre mais as habilidades para voar. Isso exigiu das aves uma arquitetura corporal com uma substancial redução de sua massa corpórea. A partir dessas informações básicas já é possível deduzir algumas restrições evolutivas, dentre as quais, a impossibilidade de adquirir um cérebro grande, com maior capacidade cognitiva. Mesmo que houvesse vantagens adaptativas em relação a essa característica em cenários mais recentes, esse traço não poderia ser selecionado positivamente, uma vez que o plano básico de construção das aves limita as possibilidades de desenvolvimento para um tipo de configuração neurofisiológica com uma grande massa encefálica.

Nestes termos, as restrições estruturais tornam-se um dos aspectos mais interessantes da contenda entre adaptacionistas e não adaptacionistas. Há o entendimento de que as restrições internas decorrentes de uma herança filética podem impedir que os organismos respondam de modo ótimo às pressões ambientais, ou seja, as restrições históricas de uma determinada população de organismos a impedirão de seguir um “caminho evolutivo” qualquer.

Suponhamos que alguns indivíduos de uma espécie de inseto, em um cenário específico do passado, apresentassem variação para o tamanho superior a 30 centímetros. Suponhamos também que os indivíduos com essa variação tivessem uma resposta positiva às pressões ambientais daquele cenário. Um adaptacionista ingênuo logo diria que as modificações ligadas ao aumento do tamanho corporal desses insetos seriam selecionadas positivamente com o passar das gerações, se mantidas as mesmas condições ambientais (ou, ao menos, condições bastante semelhantes). Digamos que em uma população de dez insetos,

apenas três tenham essa variação. Como o ambiente seleciona positivamente essa característica, a cada nova geração, qualquer aumento de tamanho, mínimo que seja, seria adaptativo e a tendência, então, seria a configuração de uma população de insetos com tamanho bem maior do que os da primeira geração. A figura 2 a seguir representa esse cenário hipotético.

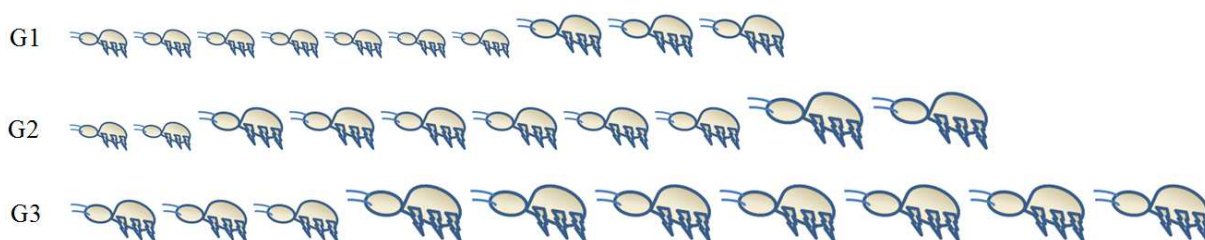


Figura 2

Conforme mostra a figura 2, em G1 há dois tamanhos de insetos, sendo que o de tamanho pequeno (cinco centímetros) tem mais representatividade na população. Em G2 há uma drástica diminuição dos insetos pequenos, o aumento na representatividade dos insetos médios (dez centímetros) e o aparecimento de insetos grandes (trinta centímetros). Em G3 os insetos pequenos desaparecem completamente e há o predomínio dos insetos grandes na população. Nesse cenário hipotético, a configuração da população de insetos em G3 – diriam os adaptacionistas – é resultado de um processo adaptativo que levou os indivíduos a adquirirem uma característica ótima.

Segundo Gould e Lewontin, essa interpretação é um equívoco evidente. Nela não há qualquer menção às restrições internas desses insetos. Essas restrições, impostas por seu *Bauplan*, os impossibilitam de ultrapassar os limites no tamanho. A forma como os insetos respiram, por exemplo, é um tipo de restrição que pode clarificar essa discussão. Eles respiram por meio de traqueias, pequenos tubos de quitina ramificados que se abrem para o exterior por poros na cutícula, responsáveis pelo transporte do ar até a hemolinfa, uma espécie de sangue que banha os órgãos dos insetos. É por meio desses tubos que também há a troca gasosa e, em muitos casos, essa troca é ajudada por movimentos de contração dos músculos abdominais que facilitam a renovação do ar nas traqueias. Essa configuração faz da respiração traqueal uma excelente forma de evitar a perda de água nas superfícies respiratórias, bem mais eficaz que a respiração pulmonar. Porém, um inseto dificilmente conseguiria oxigenar adequadamente seus tecidos se crescesse para além de 25 ou 30 centímetros, tendo em vista que a maioria deles depende da difusão gasosa, o que ocorre melhor a pequenas distâncias.

Dessa forma, eles não podem ser muito grandes por conta do modo como respiram e também por seu exoesqueleto, que é eficaz apenas para pequenos organismos como uma abelha ou um gafanhoto.

De fato, existem registros fósseis de insetos bem maiores que 30 centímetros no período carbonífero (300 milhões de anos atrás). A meganeura, por exemplo, semelhante às libélulas de hoje, possuía uma envergadura das asas de mais de 75 centímetros. O que permitiu que esses insetos habitassem a paisagem de outrora? Uma resposta bastante plausível refere-se à quantidade de oxigênio no ar. Coincidentemente, há 300 milhões de anos a porcentagem de oxigênio na atmosfera era bem maior que os atuais 21%. Nessas condições ambientais, a respiração de um inseto gigante seria facilitada, permitindo a seleção positiva de insetos com maior tamanho.

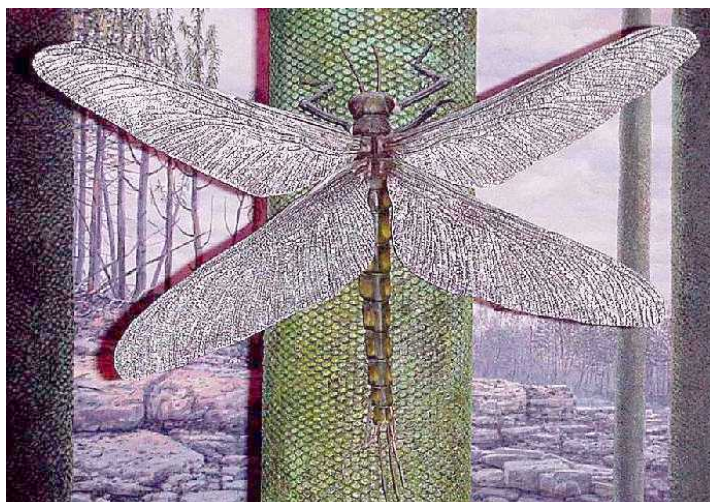


Figura 3 – disponível em: <<http://www.oceansofkansas.com/denver.html>>. Acesso em: 16 abr. 2011.

Portanto, o plano de construção de cada organismo é uma das limitações que se impõem às explicações com base seletiva. Gould e Lewontin (1979) acentuaram em suas críticas a negligência dos adaptacionistas diante dessas limitações filéticas. Essa atitude ingênua, aparentemente, faz com que eles não percebam que boa parte dos traços dos organismos não decorre do processo seletivo; e que o suposto poder causal-explicativo da seleção natural é mais restrito. Como já ficou claro, uma vez que certo “caminho” evolutivo (determinada “estratégia”, em detrimento de outras possíveis) tenha sido “adotado” por uma população de organismos, limitações internas, naturalmente, serão impostas aos destinos evolutivos que esta população poderá traçar, uma vez que este “caminho” adotado fixará restrições estruturais no plano de construção desses organismos.

2.5 - A distinção entre um traço ser uma adaptação e ser adaptativo

O item (iv) aponta a confusão gerada quando se ignora as diferenças existentes entre um traço adaptativo e uma adaptação. Os adaptacionistas frequentemente fazem essa confusão quando tentam explicar as características adaptativas correntes, vinculando seu valor adaptativo a algum ambiente ancestral no qual essas características teriam sido selecionadas. Dito de outra maneira, associa-se erroneamente a adaptação tanto ao “produto” – isto é, uma característica com valor adaptativo – quanto ao “processo” que deu origem àquele produto. Para evitar esse tipo de confusão, é importante ter claros os conceitos de ‘adaptação’ e de ‘adaptativo’, bem como as relações possíveis entre eles. Nesses termos, entende-se que o conceito de adaptação diz respeito a uma ou mais características favorecidas pela seleção natural por conta de sua eficácia no desempenho de um determinado papel. A essas características estão associadas histórias evolutivas de seleção. Já o conceito de adaptativo faz referência a uma ou mais características cuja função atual aumenta o sucesso reprodutivo de um organismo. (Laland e Brown, 2002, p. 132).

A tabela abaixo mostra as diferenças entre adaptação e adaptativo e as relações entre esses dois conceitos.

		ADAPTATIVO HOJE? (para uma determinada função)	
		SIM	NÃO
ADAPTAÇÃO NO PASSADO? (para uma determinada função)	SIM	ADAPTAÇÃO EM CURSO (1) Adaptação que permanece adaptativa por conta de sua continuidade em um ambiente seletivo atual.	ADAPTAÇÃO NO PASSADO (2) Não é mais adaptativa por causa de mudanças no ambiente seletivo atual.
	NÃO	EXAPTAÇÃO (3) Uma característica que aumenta a aptidão hoje, mas que não foi favorecida pela seleção natural para o papel que agora exerce.	SUBPRODUTO DISFUNCIONAL (4) Uma característica que não realça a aptidão adaptativa e não foi favorecida pela seleção natural.

Tabela 1 – retirada de Laland e Brown, 2002, p. 133.

A tabela 1 aponta quatro situações, cada qual com suas peculiaridades, no que diz respeito às influências de características selecionadas ao longo de uma história filética qualquer. As duas células da tabela que fazem menção à adaptação em curso (1) e ao subproduto disfuncional (4) não oferecem dificuldades de entendimento. A primeira apresenta uma resposta afirmativa para adaptação no passado e para adaptativo hoje, o que significa

dizer que, no passado, uma determinada função foi e continua sendo selecionada positivamente. Já a célula (4) apresenta resposta negativa para adaptação no passado e adaptativo hoje, o que implica dizer que a função não foi selecionada positivamente no passado nem o é no presente, logo a tendência é o seu completo desaparecimento.

As outras células da tabela 1 que podem apresentar maior dificuldade de entendimento são as que fazem referência à adaptação no passado (2) e à exaptação (3). Para melhor entender a célula (2), é importante ter em mente que as características que foram selecionadas positivamente no passado e que ainda permanecem nos organismos correntes – mas não lhe são mais adaptativas – assim o são porque as pressões seletivas atuais também são outras. Mas porque essas características ainda estão presentes? Por que a seleção natural não as eliminou? Pode ser que essas características não adaptativas sejam fruto de mutações recentes que, por alguma razão (por meio de deriva, por exemplo), se manifestaram fenotipicamente e a seleção natural não tenha tido tempo hábil para excluí-las. Uma hipótese mais plausível são as rápidas mudanças ambientais, principalmente dentro do cenário cultural humano. Nesse contexto, as mal-adaptações podem aparecer com facilidade, tendo em vista que os traços dos organismos têm por base as pressões de ambientes de outrora, cujas exigências seriam muito diferentes das correntes.

A dieta humana selecionada no Pleistoceno, por exemplo, está baseada em caça, castanhas, vegetais e frutas frescas, bem como fontes de energia com alto poder calórico como o açúcar e a gordura. O resultado dessa dieta foi o aumento da aptidão daqueles indivíduos que, além de gostar do açúcar e da gordura, não tinham problemas em digerir tais substâncias. O gosto por esses tipos de alimentos, evidentemente, permanece ainda hoje. Entretanto, as pressões seletivas são outras, já que a facilidade em obter açúcar e gordura em quantidade muito superior ao que nossos ancestrais conseguiam é infinitamente maior em decorrência das conquistas tecnológicas e culturais. O comportamento de alto consumo de açúcar e gordura gera grandes problemas de saúde para os indivíduos da sociedade contemporânea e, conseqüentemente, uma diminuição da aptidão dos indivíduos que assim se comportam.

Continuando com a análise da tabela 1, outro conceito que merece esclarecimento é o de exaptação (3), um termo cunhado por Gould e Vrba (1982). Conforme ilustram esses autores, estruturas complexas podem evoluir de estruturas mais simples, como características que não podem ser explicadas por pressões seletivas relacionadas à sua função atual, mas por pressões seletivas decorrentes de fatores ambientais do passado. Isso significa dizer que a exaptação é uma “característica, evoluída para outros usos (ou características não funcionais)

e mais tarde cooptada para seu papel corrente”, de tal modo que é possível afirmar que “as adaptações têm funções e as exaptações têm efeitos.” (Gould & Vrba, 1982).

Para um bom entendimento desse conceito, vale à pena citar o efeito que as penas exercem hoje no voo das aves. A explicação atual mais aceita pela comunidade científica afirma que as penas foram inicialmente selecionadas não para o voo, mas para a termorregulação e proteção de dinossauros ancestrais das aves. O registro fóssil do *Archaeopteryx* mostra o que seria um dos primeiros animais com penas.



Figura 4 – disponível em: <<http://www.dinosaurspark.com/detail/?dinoname=Archaeopteryx>>. Acesso em: 16 abr. 2011.

Essa espécie viveu há cerca de 150 milhões de anos, possuía a dimensão de um corvo e apresentava asas e o corpo coberto de penas. Diferentemente das aves atuais, tinha dentes, ossos na cauda, como um pequeno dinossauro, e três dedos delgados em forma de garra nas extremidades de suas asas. Embora a configuração de suas garras nos pés possivelmente fosse uma adaptação para pousar em árvores e não para correr, é bem provável que não voasse, pois não possuía o esterno em forma de quilha, osso que as aves atuais possuem no peito e no qual se inserem os fortes músculos que as permitem bater as asas e alçar voo.

A espécie *Archaeopteryx* e outras que também possuíam penas enfrentaram ambientes com pressões seletivas bem específicas, permitindo a seleção positiva das penas para algum fim útil, a termorregulação, provavelmente. Com o passar das gerações, essas pressões se mantiveram, mas as penas, ao invés de permanecerem apenas com a função protetora, passaram a ter outra função: foram cooptadas para o voo, garantindo uma configuração bem

semelhante às atuais aves. Por fim, o resultado foi a mudança das características das próprias penas (aerodinâmica), dos traços esqueléticos e dos padrões neuromotores específicos. Pode-se afirmar com isso que houve a exaptação de uma ou várias características ao longo da evolução das aves que permitiu o aparecimento da habilidade para o voo.

2.6 - Adaptação e compensação (*trade-off*)

No item (v), a crítica direcionada ao programa adaptacionista faz referência ao modo como são formuladas as respostas aos problemas dos organismos que apresentam características “mal projetadas” diante das exigências das forças seletivas correntes. Os adaptacionistas frequentemente afirmam que essas características existem em decorrência de custos de oportunidade ou compensação (*trade-offs*) entre forças seletivas em conflito.

Segundo os adaptacionistas, a partir do momento em que uma população de organismos “encontra” um “caminho” evolutivo frente a pressões seletivas conflitantes, há uma compensação resultante em características que, de algum modo, afetam a aptidão desses organismos. Essa compensação é o que permite a existência de características não otimizadas no ambiente atual. Um exemplo que clarifica essa ideia é a vantagem adaptativa dada pela habilidade de locomoção ereta que o *Homo sapiens* adquiriu ao longo de sua evolução. Certamente – diriam os adaptacionistas – essa habilidade foi selecionada positivamente pelo ambiente porque, teoricamente, trouxe uma série de benefícios para os hominíneos no passado e ainda continua a nos beneficiar hoje. Entretanto, os benefícios da capacidade de locomoção ereta foram acompanhados de algumas patologias como a hérnia de disco, alterações na curvatura da coluna vertebral, degeneração das vértebras, etc. que nos acometem em decorrência de fatores ligados ao desgaste natural das vértebras.

Houve, no caso acima, uma compensação entre os benefícios de ser bípede e os males que podem advir em decorrência de uma nova postura. Entretanto, Gould e Lewontin (1979) são enfáticos ao dizerem que esse tipo de explicação não passa de um recurso *ad hoc*. Diante de uma imensa dificuldade de se construir um cenário complexo o suficiente para fundamentar empiricamente explicações desse tipo, os adaptacionistas apelam para a ideia dos *trade-offs*. O que se verifica é apenas uma tentativa de salvar a teoria fazendo uso de hipóteses que apenas escondem o real problema ligado à otimização. Adotar uma perspectiva segundo a qual as características dos organismos são selecionadas com vistas a um fim ótimo é pouco coerente.

Vimos até aqui – conforme Ginnobili e Blanco (2007), fundamentados em Gould e Lewontin (1979) – um resumo das críticas direcionadas ao adaptacionismo. Cada uma dessas críticas acentuou diferentes aspectos das dificuldades que o programa adaptacionista enfrenta para sustentar, de forma minimamente convincente, suas respostas quanto à adaptação das populações de organismos. Essas críticas apontaram, de modo geral, cinco aspectos de cunho:

- 1) empírico [itens (ii) e (iii)];
- 2) epistemológico [item (v) e as discussões sobre a vinculação entre seleção e adaptação, sobre a causalidade e utilidade corrente das características dos organismos, plausibilidade e fato etc.];
- 3) conceitual [itens (i) e (iv)];
- 4) pragmático [no que se refere à adoção de uma postura pluralista ou monista (adaptacionismo) em biologia evolutiva].

Todos esses quatro aspectos, realçados pelas críticas de Gould e Lewontin (1979), deixaram evidências de que o programa adaptacionista possui muitas limitações. Superar essas limitações é a agenda que deve guiar qualquer defensor deste programa, sob pena de prejudicar a tarefa ao qual o adaptacionismo se presta: explicar a adaptação dos organismos, tendo a seleção natural como principal processo. Essa tarefa mostra-se mais difícil, ainda, devido ao fato de que essas mesmas críticas de Gould e Lewontin também evidenciaram certa discordância entre os próprios representantes adaptacionistas. Vejamos, então, quais são essas variantes.

2.7 - As variantes do adaptacionismo

A apresentação inicial do programa adaptacionista mostrou certa homogeneidade relativa à explicação da origem e diversificação dos organismos, referendada pela anuência de que a seleção natural é um processo suficiente para promover o fenômeno biológico da adaptação. Entretanto, após as duras críticas impetradas por Gould e Lewontin (1979) e as subsequentes querelas em torno desse debate em biologia evolutiva, percebeu-se que o adaptacionismo é, de fato, heterogêneo. Peter Godfrey-Smith (2001), por exemplo, identificou três tipos de adaptacionismo: (1) o adaptacionismo empírico, (2) o adaptacionismo explanatório e (3) o adaptacionismo metodológico. As principais críticas formuladas contra o

programa adaptacionista acentuam problemas que dizem respeito a cada uma dessas variantes. Vejamos, então, o que cada um desses tipos defende.

Em linhas gerais, destaca Sepúlveda [*et al.*], (2011), cada uma das variantes adaptacionistas acentua aspectos diferentes no que se refere ao papel da seleção natural na explicação da origem e diversificação da forma orgânica. A variante (1) minimiza a importância de outros fatores evolutivos em favor da seleção natural. Isso porque seus defensores admitem a hipótese de que a seleção natural é uma força ubíqua e poderosa que possui um poder explicativo-causal bem mais consistente do que as outras forças, o que facilitaria a tarefa de prever e entender os processos evolutivos. Além disso, entende que as restrições filogenéticas, tal qual pensadas por Gould e Lewontin (1979), são mínimas e têm pouca influência no processo evolutivo. Nesse sentido, é possível, em larga medida, explicar e prever os efeitos do processo seletivo apenas com base no papel desempenhado pela seleção natural, tendo em vista que nenhum outro mecanismo evolutivo tem um elevado grau de importância causal (Godfrey-Smith, 2001).

Por conseguinte, a variante (1), pode ser entendida como um tipo de visão que faz alegações sobre o mundo biológico real. Com isso, se compromete com um posicionamento epistemológico que inclui como um dos problemas fundamentais o decidir-se sobre a verdade das teses sobre o mundo biológico, tendo, para isso, que combiná-las com modelos que contemplam observações, experimentos, hipóteses etc. Apenas assim poderá se afirmar que a seleção natural tem poder causal preponderante em comparação a outros mecanismos.

Godfrey-Smith (2001) identifica os trabalhos de Sober e Orzack como exemplos típicos de um adaptacionismo empírico por sugerirem que é possível testar o adaptacionismo, questionando se as predições baseadas apenas na seleção natural são tão boas quanto as que levam em consideração várias forças evolutivas em conjunto (deriva, recombinação gênica etc.). Eles, de fato, apresentaram um modelo chamado de modelo selecionista crítico (*censored selectionist model*) com o intuito de responder a esta questão e mostrar o poder da seleção natural na causação de características biológicas. Segundo esses autores, esse modelo exclui todos ou quase todos os fatores evolutivos não seletivos com o intuito de avaliar o grau de adequação empírica das explicações adaptacionistas. Se esse modelo mostrar-se bem ajustado aos dados, de maneira que o acréscimo de qualquer outra força seletiva não traz ganho adicional algum para as explicações da maioria dos fenômenos biológicos analisados, então o adaptacionismo pode ser justificado (Godfrey-Smith, 2001).

Entretanto, Godfrey-Smith aponta algumas dificuldades de ordem teórico-metodológica que põem em cheque essa proposta. Para que o modelo selecionista crítico de

Sober e Orzack seja justificado, seria necessário apresentar outros modelos semelhantes, mas com outra força seletiva como referência – incluindo, evidentemente, um de cunho pluralista. Cada modelo teria que produzir previsões e explicações dentro de um mesmo nível de detalhe e complexidade. Nesse contexto, seria possível fazer uma adequada comparação entre eles e verificar qual é o mais informativo. Evitaria também uma postura enviesada em favor do adaptacionismo, por considerar que o simples poder preditivo do modelo seletivista seria suficiente para justificá-lo, sem uma investigação independente sobre se outros modelos também têm poder preditivo semelhante.

Além disso, continuando com a crítica de Godfrey-Smith, existem compensações entre diferentes objetivos na construção de modelos. Se eles se pretendem simples, de fácil e completo entendimento, então o acréscimo de mais detalhes pode dificultar sua compreensão. Seria importante, então, um ajuste preciso que facilitaria a compreensão de determinados fenômenos sem cair no equívoco da generalização – como a feita por Sober e Orzack, no que se refere ao modelo seletivista crítico – que ignora a possibilidade de outro modelo crítico, igualmente bom, explicar os mesmos fenômenos biológicos em questão. Apenas com o exame de outros modelos seria possível verificar se o modelo seletivista é melhor ou pior do que outros não seletivistas que visam objetivos científicos semelhantes. Portanto, mesmo fazendo afirmações factuais prontamente testáveis sobre o mundo biológico, a variante (1) representa ainda um tipo de compreensão ingênua do programa adaptacionista (Sepúlveda [*et al.*], 2011, p. 170).

Diferentemente da variante (1), o adaptacionismo explanatório apresenta um ponto de vista com inquietações acerca do que seria o problema mais relevante a ser esclarecido na biologia evolutiva. Segundo seus defensores, a complexidade do *design* aparente dos organismos e as relações de adaptabilidade entre organismos e seus ambientes são as grandes questões para as quais deveriam estar direcionadas as explicações em biologia evolutiva, já que o correto entendimento destes problemas poderia também elucidar outros fenômenos evolutivos. Para tanto, a seleção natural é apresentada como a grande resposta, tendo em vista a sua capacidade de solucionar esses “problemas centrais” da biologia. Embora os representantes da variante (2) entendam que existem restrições concernentes ao poder da seleção natural – já que nem todos os traços dos organismos são adaptativos –, ainda assim a veem como o único modelo capaz de explicar adequadamente as complexidades presentes nas adaptações dos organismos e o modo como eles lidam com os desafios ambientais.

Essa é a mais controversa concepção dentro do programa adaptacionista, tendo em vista que seus defensores avocariam o poder explicativo da seleção natural, em relação ao

problema do *design* aparente, mesmo se ela fosse considerada um processo raro, não ubíquo, ou massivamente restringido ou fraco. (Godfrey-Smith, 2011, p. 336). O adaptacionismo explanatório combina, então, uma correta ideia científica (a seleção natural é capaz de explicar as adaptações), com uma controversa mistura de ciência com filosofia que assume a crença no *design* aparente dos organismos como um fenômeno biológico de *status* especial. Além disso, combina o que seus representantes entendem por “problema-chave” da biologia com a sua respectiva “solução-chave”: a seleção natural.

Godfrey-Smith entende que os problemas da variante (2) começam pelo fato de ela ter uma postura bastante subjetiva. Como determinar, objetivamente, se um problema é mais importante ou intrigante do que outro? E seria mais importante para quem? Podemos até dizer que o problema concernente à evolução da unha do dedão do pé é menos impressionante e complexo do que a evolução dos olhos humanos. Mas as unhas do dedão do pé são tão reais quanto os olhos e, assim como os olhos, também possuem uma história evolutiva. Nesse sentido, o adaptacionismo explanatório não passa de uma linha de pensamento que reflete apenas as preferências pessoais de alguns filósofos e biólogos. Eles vêm importância na seleção natural porque ela responde aos problemas com os quais eles se preocupam. Se essa análise está correta, então a variante (2) não compartilha das qualidades de uma visão científica, mas sim, de uma visão filosófica sobre as características consideradas mais importantes dos organismos, tendo em vista que os cientistas, enquanto cientistas, devem procurar por explicações para os fenômenos biológicos de uma maneira imparcial, sem privilegiar aqueles que, porventura, considerarem os “mais interessantes” (Godfrey-Smith, 2001, pp. 346-347).

As críticas de Godfrey-Smith contra o adaptacionismo explanatório têm pretensão de situar essa variante mais como uma perspectiva filosófica do que, propriamente, científica. Perspectiva esta que defende o *design* aparente como um fenômeno biológico real e que apresenta problemas especiais para uma visão de mundo científica e secular. Isso porque os defensores da variante (2) entendem que Darwin, ao suplantando definitivamente as argumentações baseadas em um *Design* Inteligente, rearranjou a paisagem intelectual, tanto de sua época, quanto da época corrente, colocando a seleção natural como “um esteio que segura muito mais do que a biologia evolutiva em seu lugar; segura junto a visão de mundo científico-iluminista” (Godfrey-Smith, 2001, p. 348). Dennett (1995), por exemplo, como defensor da variante (2), apresenta uma concepção ainda mais ambiciosa quando sugere que a seleção natural nos previne de padrões equivocados de pensamento que interpretam como

miraculosas as ocorrências de *design*, propósito e significado no mundo. Como se no céu houvesse ganchos (*skyhooks*) que explicariam muitos fenômenos na terra.

Nesse sentido, afirma Godfrey-Smith, “uma maneira de defender o adaptacionismo explanatório é apelar não apenas para o que a seleção natural faz para a biologia, mas o que ela faz para a ciência com um todo” (Godfrey-Smith, 2001, p. 348). Com isso, fica evidente que as raízes da variante (2) estão fincadas não tanto em dados biológicos coletados por meio de observações, experimentos e hipóteses construídos pelos cientistas com base em modelos, mas em uma postura filosófica acerca do lugar da biologia dentro da ciência e da cultura como um todo. Consequentemente, as reconstruções do adaptacionismo explanatório não são passíveis de teste empírico da mesma maneira que são as da variante (1).

Como não poderia ser diferente das outras variantes, o adaptacionismo metodológico também entende a seleção natural como o processo evolutivo mais eficaz, e responsável pela maior parte das características dos organismos. Essa ideia, unida ao fato de que as explicações adaptacionistas foram, historicamente, bastante promissoras, faz com que os defensores da variante (3) se baseiem em um tipo de argumentação indutivista. Os biólogos contemporâneos deveriam ser incentivados a utilizar o adaptacionismo porque, como já foi dito, ele funcionou muito bem no passado, produzindo explicações convincentes e, muito provavelmente, continuará a fazer o mesmo. Nesse sentido, a variante (3) restringe-se a recomendar o adaptacionismo aos biólogos como uma forma de pensar e nortear suas pesquisas, tendo em vista que a melhor maneira de eles produzirem apropriadas abordagens sobre os sistemas orgânicos é observando suas características e o seu bom *design* intrínseco. O adaptacionismo seria visto, então, como um bom conceito organizador para as linhas de pesquisa em biologia (Godfrey-Smith, 2001, p. 350).

A variante (3) apresenta o adaptacionismo como uma referência de grande valor heurístico para os biólogos, pois, levando em consideração que nossos recursos científicos são limitados, a “melhor aposta” que se nos apresenta para explicar os fenômenos biológicos é a que já funcionou bem (Godfrey-Smith, 2001, pp. 350-351). O adaptacionismo deve ser entendido, então, como uma metodologia, uma heurística que auxilia, em grande medida, no estudo e análise dos sistemas orgânicos.

As críticas direcionadas ao adaptacionismo metodológico acentuam o fato de que uma argumentação indutiva, tal como seus defensores apresentam, é falha e não poderia se justificar. Em outros termos, embora o adaptacionismo tenha sido frutífero no passado, seu sucesso estava atrelado às condições históricas específicas bem diferentes das atuais. As descobertas científicas contemporâneas no campo da biologia transformaram bastante o

cenário das pesquisas atinentes a essa área do conhecimento, o que o distancia, em larga medida, do contexto de outrora. Como Godfrey-Smith afirma, o adaptacionismo foi, de fato, crucial para a descoberta original de Darwin e obteve importantes conquistas que ajudaram a construir uma teoria evolutiva. Mas, talvez, suas explicações fiquem restritas apenas a alguns tipos de fenômenos biológicos. Quem pode nos dizer, com uma razoável acurácia, o que o adaptacionismo pode ou não fazer é a própria biologia (Godfrey-Smith, 2001, pp. 351-352).

Como foi possível perceber, os embates são variados. Com as limitações do adaptacionismo expostas, outros críticos juntaram-se a Gould e Lewontin e formularam críticas mais contundentes, à medida que elas eram direcionadas para pontos bem específicos do adaptacionismo, referentes às variantes (1), (2) e (3). Há ainda contribuições críticas vindas do construtivismo e a da teoria neutra que nos levam a novas reflexões sobre diferentes pontos da perspectiva adaptacionista. Vejamos, então, o que elas têm a acrescentar ao conjunto de apreciações acerca do programa adaptacionista que o põem em dificuldades.

3 - PERSPECTIVAS NÃO ADAPTACIONISTAS

3.1 - O Construtivismo

O construtivismo, sem dúvida, exerce grande influência nas discussões contemporâneas, pondo em cheque alguns dos princípios defendidos pelos adaptacionistas. Segundo essa perspectiva, os organismos constroem nichos ecológicos que podem ser encarados como um sistema de herança semelhante ao genético. Se isso é verdade, os organismos não podem mais ser vistos como meros agentes passivos em um ambiente, mas, ao contrário, como agentes diretamente responsáveis pela alteração de parte das pressões seletivas a que estão submetidos. Os construtivistas entendem que a interferência dos organismos é tão evidente que a modificação das pressões seletivas do ambiente no qual vivem gera um tipo de herança ecológica suficientemente importante, cujos efeitos passam a determinar a aptidão desses organismos.

A ideia exposta acima se contrapõe à tese adaptacionista de que o ambiente é fixo e independente da ação dos organismos que nele habitam. Os organismos apenas se adaptam às pressões ambientais. Pensar que os organismos apenas sofrem as pressões seletivas do ambiente no qual estão inseridos, sem em nada contribuir para a configuração deste ambiente, seria um erro crasso a ser evitado. Com isso, deve-se ponderar se aqueles com maior aptidão – que melhor respondem às pressões seletivas – deixam ou não uma descendência mais numerosa devido, em parte, a sua ação construtiva no ambiente.

Os adaptacionistas entendem que os sistemas orgânicos são afetados pelas propriedades de um ambiente que segue uma dinâmica intrínseca própria. Não há qualquer tipo de contribuição por parte dos organismos para a configuração dessa dinâmica. Essa perspectiva desconsidera a importância dos efeitos da ação dos organismos no ambiente e reforça a imagem de que as propriedades dos organismos resultam de um ambiente seletivo fixo. Nesse sentido, os nichos ecológicos funcionariam como um tipo de espaço ecológico com buracos nos quais os organismos com a “forma” correta se adaptam. Essa perspectiva leva ao entendimento de que os organismos são, como já foi dito, completamente passivos em suas relações com o ambiente. Em termos metafóricos, poderia ser dito que as propriedades dos organismos reproduzem a forma do mundo exterior, da mesma maneira que as limalhas de ferro reproduzem a forma do campo magnético no qual se encontram (Lewontin, 2002). A

imagem abaixo mostra a ação do campo magnético sobre as limalhas de ferro, fonte de uma analogia para a ideia de um tipo de ambiente fixo e organismos passivos.

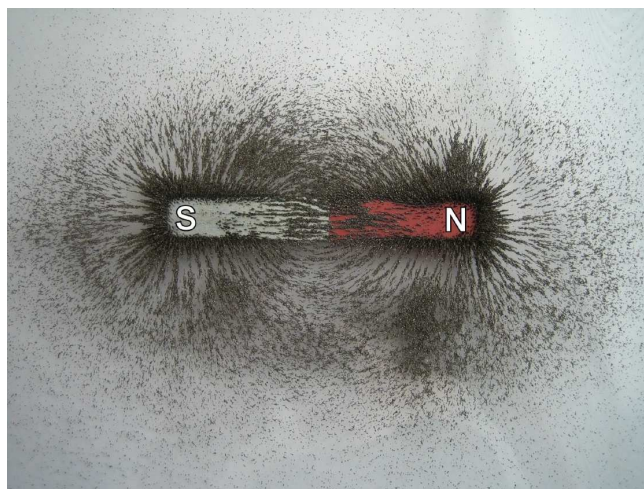


Figura 5 – disponível em: <<http://fuches.wordpress.com>>. Acesso em: 16 abr. 2011.

Entretanto, segundo os construtivistas, os organismos estão em constante interação entre si e com o ambiente em que vivem. É nesse ambiente onde ocorre a atividade construtiva desses organismos, desde seu nascimento até sua morte. Muitas dessas “construções” permanecem ao longo de gerações e alteram as pressões seletivas sobre a descendência. A noção de construção de nichos é bastante intuitiva, já que a simples observação de qualquer organismo em suas interações com o ambiente e com outros organismos mostra essa atividade.

Por meio dos metabolismos, escolhas e atividades, construindo ou desconstruindo seus próprios nichos ou de outros, os organismos moldam o ambiente em que vivem e alteram as pressões seletivas. Essas ações, frequentemente, modificam tanto os recursos bióticos quanto os abióticos envolvidos no processo de seleção. Ao considerar essas ações como importantes elementos do processo evolutivo, notam-se, segundo os construtivistas, alterações marcantes na direção, na taxa e na dinâmica desse processo. Além disso, tem-se a garantia de um retorno (*feedback*), no que se refere à constituição da dinâmica desse ambiente seletivo para as gerações futuras. Nesse sentido, deve-se levar em conta que o conceito de aptidão (*fitness*) está, em parte, dependente das construções ambientais dos organismos que modificam as pressões seletivas.

Dentro dessa perspectiva, é importante que sejam redefinidos também os conceitos de ambiente e nicho ecológico. Segundo Richard Lewontin (2002), o ambiente deve ser entendido como algo diferente de condições puramente físicas (como fontes de água,

deslizamentos de gelo, depósitos de cinza vulcânica etc.). A noção de ambiente está para além dessas condições, já que é construído com base nessas condições físicas. Dessa forma,

O ambiente de um organismo é a penumbra de condições externas que para ele são relevantes em face das interações efetivas que mantém com aqueles aspectos do mundo exterior. [...] É o espaço definido pelas atividades dos próprios organismos. (Lewontin, 2002, pp. 54-58).

É fácil notar, conforme os construtivistas, que durante toda a vida os organismos escolhem seus *habitats*, seus parceiros e os recursos dos quais se aproveitarão para se manterem vivos; constroem ninhos, buracos, tocas, teias, represas, espaços reservados para armazenamento de provisões, dentre tantas outras coisas. E é com base nessas escolhas e ações que os construtivistas alegam ser a adaptação dos organismos não uma mera resposta passiva ao ambiente, mas o resultado também de uma ação construtiva que altera as pressões seletivas desse ambiente. No entanto, para que essas alterações sejam efetivas, elas não podem ser temporárias, mas persistentes e consistentes o suficiente para produzirem efeitos evolutivos. Logo, não é qualquer alteração no ambiente que será considerada uma construção de nichos. Uma represa construída por um castor, por exemplo, não mudaria as pressões seletivas, se ela durasse apenas quatro dias e o castor não mais a refizesse. Porém, o que, de fato, ocorre é a insistente manutenção da represa por parte do castor que a construiu e dos seus descendentes. Sendo assim, a persistência dessa alteração produz efeitos consistentes de longo prazo que alteram as pressões seletivas do ambiente no qual habitam outros organismos, que não apenas os castores. Por essa razão, um nicho ecológico deve ser entendido sempre com referência ao organismo que o constrói, pois ele

vem a existir como consequência da natureza dos próprios organismos [...] há uma justaposição espacial e temporal de diferentes elementos do mundo que produzem um entorno relevante para o organismo [...] um nicho ecológico vazio não pode ser entendido concretamente. (Lewontin, 2002, pp. 56-57).

A construção de nichos pode ser entendida, então, como um segundo percurso pelo qual transcorre o processo evolutivo. As pressões seletivas selecionam os organismos que melhor respondem aos problemas lançados pelo ambiente. Os organismos selecionados, por sua vez, transformam seu próprio ambiente, modificando as pressões seletivas. Outro tipo de

fenótipo, portanto, é selecionado posteriormente; e assim segue o curso evolutivo. O diagrama abaixo representa essa linha de entendimento.

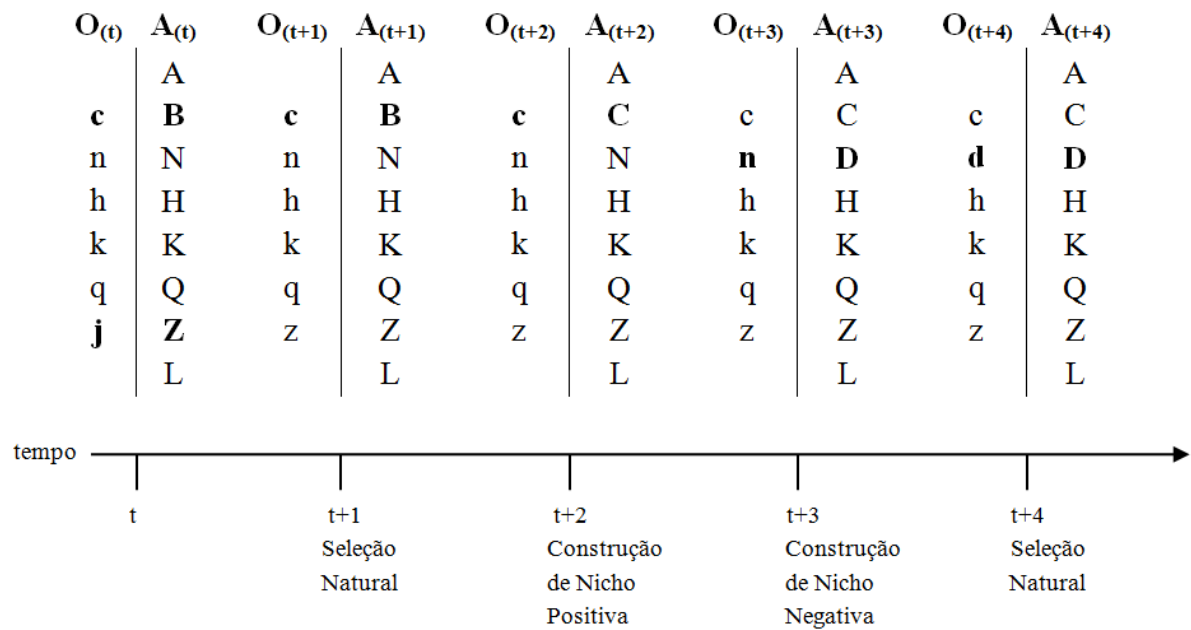


Figura 6 – retirada de Odling-Smee [et al.], 2003.

Os organismos estão representados no diagrama acima, em qualquer parte do eixo temporal, por um conjunto de características indicadas pelas letras minúsculas (c, n, h, k, q, j). Essas características podem ser um tipo de dieta, um determinado fenótipo, um tipo de vida arbóreo etc. Similarmente, as letras maiúsculas (A, B, N, H, K, Q, Z, L) representam o ambiente desses organismos. Os fatores ambientais podem ser, por exemplo, a temperatura, a existência ou não de predadores, a quantidade de alimentos e água disponíveis etc. Os pares de letras na horizontal indicam se as características dos organismos estão respondendo adequadamente ou não às pressões seletivas dos fatores ambientais aos quais eles estão submetidos.

A análise da figura 6 permite dizer que no tempo t a maior parte dos organismos está bem adaptada às pressões seletivas impostas pelos fatores ambientais, como indicam os pares de letras n-N, h-H, k-K e q-Q. Mas também há problemas adaptativos que exigem solução, como mostram os pares de letras c-B e j-Z. O tempo t+1 mostra o resultado da ação da seleção natural ao realçar o embate entre organismos e as pressões seletivas dos fatores ambientais. Os indivíduos selecionados são os possuidores da característica z, ao passo que aqueles possuidores da característica j são eliminados, já que têm pouca aptidão neste cenário.

Continuando a análise, nota-se que o organismo no tempo $t+2$ modifica o fator ambiental de B para C. Isso ocasiona uma alteração nas pressões seletivas do ambiente. Com essa alteração, a característica *c* passa a ser adaptativa. É o que indica o par de letras *c-C* nos tempos subsequentes. Digamos que essa alteração tenha sido ocasionada pelos descendentes que modificaram um ambiente escasso em alimentos (B) para outro com mais recursos (C). Esse tipo de alteração é chamada de construção de nicho positiva. Entretanto, essa transformação gera consequências negativas: o acúmulo exagerado de excrementos nas tocas, por exemplo, já que os organismos podem se alimentar muito mais. As tocas, por conseguinte, tornar-se-iam inóspitas. Há uma nova modificação, portanto, dos fatores seletivos ambientais de N para D (uma construção de nicho negativa), como mostrada no tempo $t+3$. No tempo $t+4$ há a ação da seleção natural que favorece os indivíduos com a característica *d* (aqueles que frequentemente limpam suas tocas, por exemplo) e elimina aqueles com a característica *n*.

Portanto, segundo os construtivistas, existem dois processos diferentes afetando a evolução: a seleção natural e a construção de nichos. Eles sugerem que se faça uma releitura do modelo-padrão da seleção natural, já que neste modelo não há qualquer referência a outro processo agindo em conjunto com os mecanismos de variação cega, seleção e herança. Há apenas a ideia de que o processo de seleção se dá na direção ambiente → organismo e ocorre dentro de uma rede de relações entre o *pool* genético de uma população com diferentes fenótipos, as pressões seletivas do ambiente e a herança genética. É como bem representa a criatura darwiniana pensada por Dennett (1995).

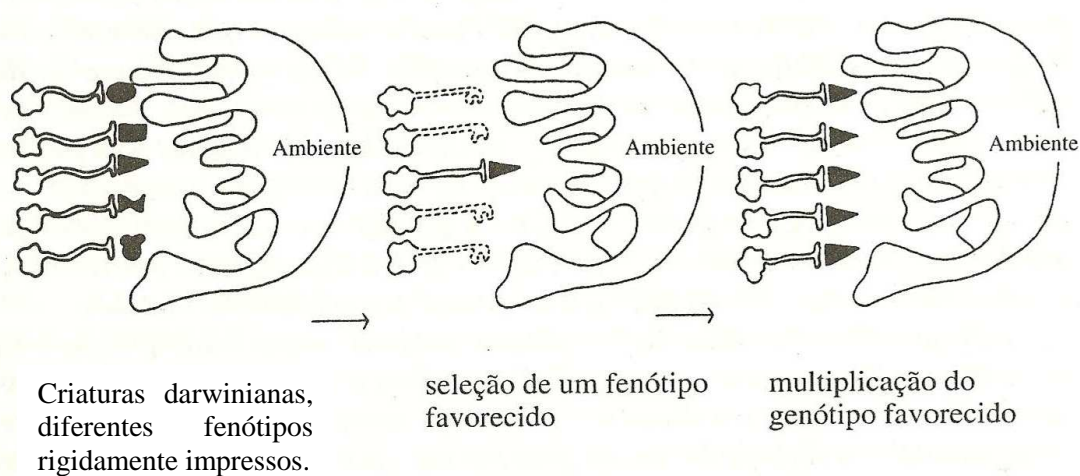


Figura 7 – retirada de Dennett, 1995, p. 374.

Nesse diagrama há a ilustração de um tipo de postura adaptacionista que pressupõe um ambiente fixo. A seleção dos indivíduos com maior aptidão se dá sem qualquer participação

destes na constituição das pressões seletivas do ambiente. Essa passividade se evidencia pela seleção de um único fenótipo dentre os ofertados inicialmente. Os organismos são incapazes de modificar o ambiente para que um fenótipo diferente, ou mesmo outros fenótipos, sejam selecionados.

Em oposição ao adaptacionismo, os construtivistas sugerem uma teoria da seleção natural ampliada. Por um lado, acrescentariam a construção de nichos à seleção natural e, por outro, a herança ecológica à herança genética, indicando uma rede de relações bem mais complexa concernente ao processo evolutivo. Entenderiam, também, que as alterações nas pressões seletivas do ambiente, isto é, as pequenas modificações no ambiente promovidas pelos organismos, são transmitidas para as gerações futuras, de modo a constituir o que eles chamam de herança ecológica.

Os diagramas a seguir retratam o modelo padrão e o modelo construtivista, respectivamente.

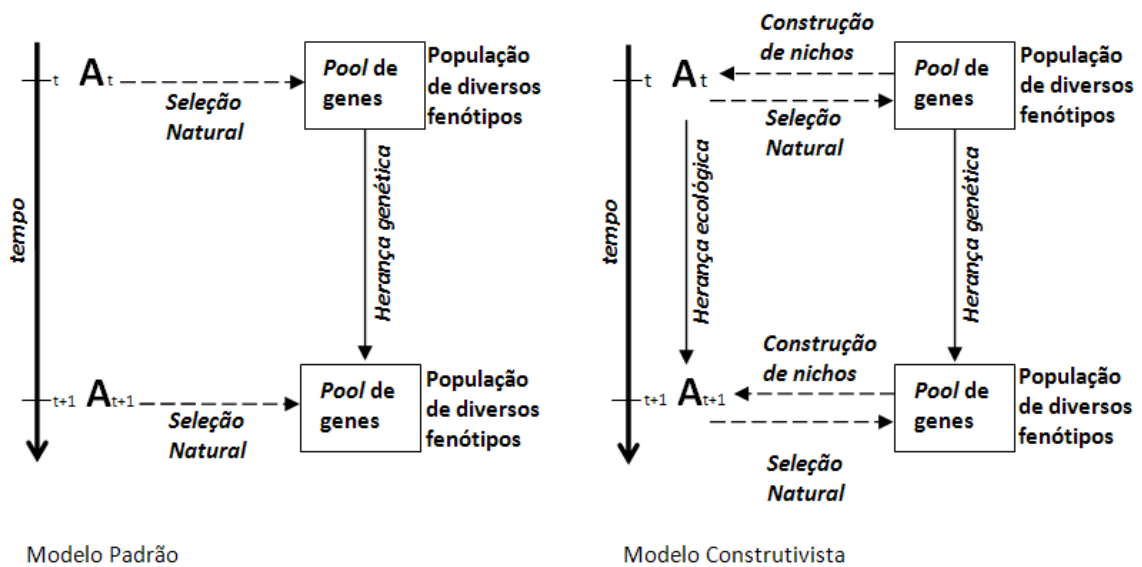


Figura 8 - retirada de Odling-Smee & Laland & Feldman, 2003, p. 14.

O que, basicamente, diferencia um modelo do outro é o tipo de herança. O modelo construtivista apresenta uma dinâmica evolutiva que não ignora a ação dos organismos sobre o ambiente. Tal ação modifica as pressões seletivas do ambiente; modificações estas, legadas às gerações futuras. Desse modo, além da herança genética afetada pelo processo de seleção natural de diferentes fenótipos de uma população, há também uma herança ecológica.

É justamente sobre esse ponto que recai a crítica construtivista ao adaptacionismo. Os adaptacionistas – por entenderem que o ambiente é fixo e não sofre qualquer interferência dos

organismos que nele habitam – não são capazes de vislumbrar a importância da construção de nichos ecológicos como fator determinante da evolução. Haveria por parte deles, portanto, uma negligência, já que suas explicações ignoram os efeitos da ação dos organismos em seu *habitat*. Os ninhos gigantes das saúvas (*Atta sexdens*), por exemplo, são tão complexos que seria difícil não entendê-los como nichos construídos. Neles existem milhares de câmaras de aprovisionamento de alimentos. Tudo é tão grandioso que é impossível negar a estabilidade daquele ambiente construído, utilizado por várias gerações. Para se ter uma ideia, o solo escavado e posto sobre o formigueiro ocupa mais do que 22 m³ e pesa aproximadamente 44 toneladas. A representação a seguir mostra uma figura humana em seu interior que serve apenas para indicar a escala da imagem.

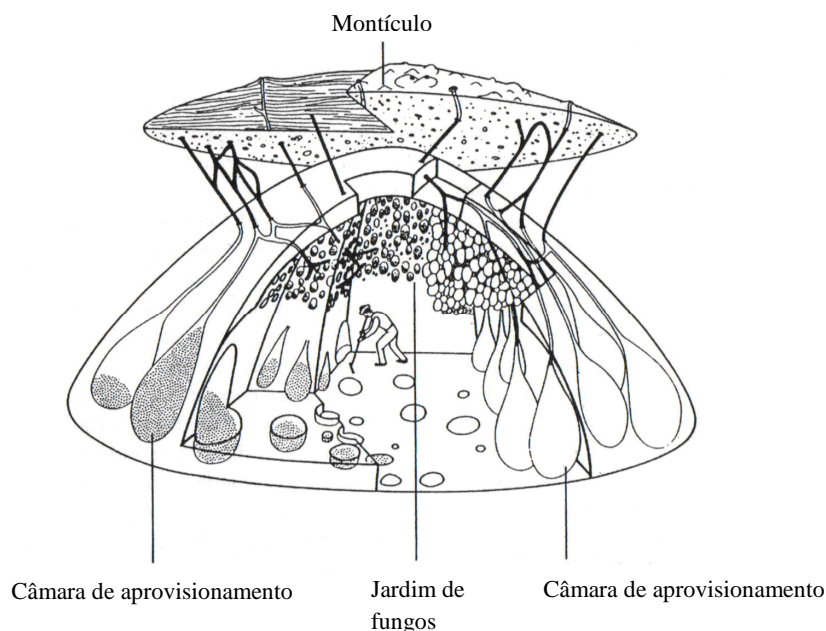


Figura 9 – retirada de Odling-Smee & Laland & Feldman, 2003, p. 4.

Considerar que a adaptação “é um processo pelo qual um objeto se torna apto a satisfazer uma exigência preexistente”¹¹ retira dos organismos sua capacidade de ação transformadora do ambiente e ignora um elemento teórico importante para um entendimento mais apropriado do processo de seleção natural. Segundo Lewontin, essa ideia está associada aos conceitos de aptidão e valor adaptativo, este entendido como a taxa de reprodução de um genótipo, ou de um fenótipo, e aquele como a probabilidade numérica de sobrevivência. Ambos são muito utilizados nas explicações adaptacionistas, que insistem em apenas demonstrar como as características dos organismos acompanham as exigências do ambiente.

¹¹ Lewontin, 2002, p. 48.

Lewontin sugere, então, que se substituam as explicações adaptacionistas por outras que incluam, de forma abrangente, a ideia de construção de nichos.

3.2 - A teoria neutra

A teoria neutra da evolução molecular foi proposta pelo matemático e geneticista japonês Motoo Kimura com o intuito de explicar as características neutras, ou a variação neutra. Essa teoria é uma explicação alternativa ao selecionismo no que se refere às causas das mudanças na frequência de alelos em uma determinada população. Para um geneticista de populações, por exemplo, é bastante útil pensar a evolução das espécies correlacionada às mudanças de frequências alélicas ao longo das gerações dos organismos (com o aumento da frequência dos alelos vantajosos e a diminuição daqueles deletérios). A seleção natural é suficiente para explicar de forma adequada esse fenômeno? Kimura diria que não.

Segundo Kimura, a maior parte das diferenças existentes entre os organismos (polimorfismos) ocorre não por ação da seleção natural ao selecionar os organismos mais aptos (aqueles que possuem mutações vantajosas) e descartar os menos aptos (aqueles que possuem mutações deletérias), mas por meio de mutações no nível molecular, fixadas por deriva genética, cujos efeitos fenotípicos não são significativos (não são alvos de seleção natural). O entendimento geral dessa teoria é relativamente simples: as mutações neutras não estão associadas ao aparecimento de traços adaptativos. Elas ocorrem em uma frequência bastante alta, porém suas alterações fenotípicas são imperceptíveis, de modo que passam despercebidas pela ação da seleção natural.

Embora algumas mutações no nível molecular passem incólumes à seleção natural, elas garantem o aparecimento da imensa variabilidade genética dos organismos e espécies ao longo do tempo. Isso porque as gerações subsequentes apresentarão uma configuração genética elaborada por meio de sorteio aleatório de gametas. Nas palavras do biólogo evolucionista Richard Dawkins (2009, p. 521): “Neutra não quer dizer inútil ou sem função – significa apenas que diferentes versões do gene são igualmente boas, portanto a mudança de uma para outra não é notada pela seleção natural.”

Com base nessa nova perspectiva, as explicações adaptacionistas precisariam ser reavaliadas, tendo em vista que as graduais mutações vantajosas são bastante raras. Além disso, quando elas aparecem, fixam-se rapidamente por meio da seleção natural, com a consequente eliminação dos organismos menos aptos. Isso dificulta o aparecimento da

variabilidade genética porque boa parte dos genes que poderia ser útil para fomentar a variabilidade é descartada junto com os indivíduos que não conseguiram se reproduzir. Outra razão é o fato de que o destino dessas mutações no nível molecular é imprevisível. De modo geral, as mutações se perdem no *pool* genético de uma população sem causar qualquer alteração substancial no fenótipo dos organismos ou, de outro modo, fixam-se¹² lentamente na população (com o aumento de sua frequência) até que 100% dos organismos a adquirirem. Nesse caso, as modificações fenotípicas resultantes fixam-se sem que tenha havido qualquer participação da seleção natural nesse processo, o que enfraquece as explicações adaptacionistas.

Essas argumentações teóricas põem um sério problema ao adaptacionismo. Os neutralistas alegam que se os indivíduos mais aptos se reproduzem com uma taxa bastante superior em relação aos menos aptos (como sugere o adaptacionismo), então haveria um custo mais alto para a seleção natural. Os alelos vantajosos aumentariam em frequência, entretanto a variabilidade genética diminuiria, causando um efeito danoso para a espécie em decorrência da alta probabilidade de sua completa extinção. Uma doença poderia dizimar com maior facilidade toda uma população com uma variabilidade genética reduzida; mesmo a morte de alguns poucos organismos, nos quais toda a reprodução estiver concentrada, pode resultar no fim de uma linhagem.

Com isso posto, deduz-se claramente que há uma limitação concernente à taxa de reprodução dos organismos mais aptos e um relativo aumento da taxa de reprodução daqueles menos aptos.

Uma forma de conciliar a elevada taxa de evolução com o impedimento imposto pelo “custo da seleção” é simplesmente supor que a seleção não atua: mutações ocorrem e se fixam por deriva, sem que haja necessidade de indivíduos menos aptos serem ceifados pela seleção, eliminando o problema do “custo da seleção”. (Sepúlveda [*et al.*], 2011, p. 182).

Uma elevada taxa de evolução, portanto, pode indicar a não atuação da seleção natural, confirmando a tese de Kimura, segundo a qual grande parte das diferenças existentes entre sequências de nucleotídeos de espécies diferentes seria resultado da fixação de mutações neutras por deriva genética. A esta perspectiva teórica incorporaram-se ainda modelos

¹² “Fixar”, e suas variantes, é um termo técnico utilizado na genética. Considera-se que uma nova mutação, cuja frequência na população começou com uma taxa próxima a 0%, torna-se fixa quando atinge 100% da população na qual se originou.

matemáticos que possibilitaram o emprego do relógio molecular, tornando-o uma das principais ferramentas para a compreensão moderna da evolução. Testes empíricos foram elaborados com o intuito de se construir uma compreensão mais acurada da constância desse relógio em muitas espécies diferentes. A ideia é identificar o tempo cronológico ou o número de gerações necessárias para a fixação de uma mutação, considerando que “a taxa à qual genes genuinamente neutros ‘por fim se tornam fixos’ é exatamente igual à taxa à qual as variações são geradas originalmente.” (Dawkins, 2009, p. 523). Espera-se com isso que o acúmulo de mutações neutras aconteça de forma constante. Se, de fato, isso ocorre, não há como duvidar de que o relógio molecular é uma excelente ferramenta para datar o período no qual ocorreram as bifurcações de uma linhagem, sendo bem mais eficaz que os incompletos registros fósseis.

A vantagem de se adotar uma perspectiva evolucionista que inclua a teoria neutra em sua estrutura teórica está na possibilidade de se formular testes com bases estatísticas, tendo em vista que a teoria de Kimura, por possuir um arcabouço quantitativo sólido, possibilita o confronto de dados genéticos com o que se espera da evolução.

Nessas condições, poderia a teoria neutra ser um aporte para o adaptacionismo ou colocaria mais um encaixe no percurso desse programa de pesquisa? Alguns teóricos entendem que ambas as teorias se complementam e, juntas, oferecem explicações bem mais acuradas sobre a evolução das espécies. É o que será visto a seguir.

3.3 - Amenizando a teoria neutra

A teoria neutra passou a enfrentar alguns problemas. Descobriu-se que o relógio molecular não era tão constante quanto se esperava e que a variabilidade genética em populações com grande número de organismos não correspondia às expectativas dos neutralistas quanto aos altos níveis de polimorfismos encontrados. Como solução, em 1973, Tomoko Ohta, colaboradora de Kimura, propôs uma variante da teoria neutra, chamada de teoria “quase neutra”.

Contrariamente à tese neutralista de que a maior parte das modificações genéticas responsáveis pela evolução se daria por meio de deriva gênica, resultando em mutações neutras, Ohta entende que há um conjunto numeroso de mutações cujos coeficientes de seleção são baixíssimos. Mas o que isso significa em termos práticos? Kimura sugeriu que as taxas de mutações seriam constantes independentemente do tamanho dessas populações.

Além disso, esperava encontrar maior variabilidade em populações com grande número de indivíduos. Entretanto, essas previsões não foram confirmadas. As taxas variavam de espécie para espécie, e grandes populações não possuíam grande variabilidade genética. O que Ohta fez foi, simplesmente, incluir outros processos evolutivos no arcabouço teórico neutralista com o intuito de melhorar as suas previsões, dando ênfase à teoria da seleção natural.

O resultado desse ajuste foi uma explicação mais acurada da seleção, e uma maior aproximação entre as explicações adaptacionistas e neutralistas. Assim, ficou evidente que a teoria neutra funciona melhor em populações pequenas. Em outras palavras, populações pequenas favorecem a deriva para a fixação de genes que, em uma população grande, seriam eliminados pela ação da seleção natural. Além disso, essa nova perspectiva da teoria neutra possibilitou a percepção de que espécies cujas gerações são curtas (cronologicamente falando) têm o relógio molecular acelerado; já as populações com grande número de indivíduos têm o relógio molecular desacelerado, o que, em parte, explica a inconstância da taxa de mutações.

Tudo isso permitiu que se confirmasse a importância da seleção natural dentro do cenário teórico das explicações evolutivas. E o reconhecimento de sua importância se dá com o fortalecimento do programa adaptacionista em decorrência dos aportes da teoria neutra, cujas previsões com base em modelos matemáticos contribuíram para o aumento do grau de plausibilidade das explicações daquele programa e a ampliação de sua base empírica.

Esse cenário de embates e sínteses teóricas dentro da biologia evolutiva nos leva a pensar, dentre outras coisas, na genialidade de Darwin. Em *A Origem*, ele já fazia menção a um tipo de explicação evolutiva que deveria dar conta de variações neutras ou *insignificantes*, como ele mesmo as descreve:

Dei o nome de seleção natural ou de persistência do mais capaz à preservação das diferenças e das variações individuais favoráveis e à eliminação das variações nocivas. As variações insignificantes, isto é, as que não são nem úteis nem nocivas ao indivíduo, não são certamente prejudicadas pela seleção natural e permanecem no estado de elementos variáveis, como as que podemos observar em algumas espécies polimorfas, ou terminando por fixar, graças à natureza do organismo e às das condições de vida. (Darwin, 2010, p. 70).

É evidente que Darwin não usa o termo “fixar”, na citação anterior, com todas as conotações que hoje possui quando utilizado em explicações biológicas. Mas essa passagem é singular por apontar um problema que só pode ser claramente entendido e explicado se

houver um aporte teórico baseado nos conhecimentos contemporâneos de genética. Entretanto, Darwin já vislumbrava, mesmo que de forma um tanto opaca, uma dificuldade a ser enfrentada pela teoria da seleção natural: a fixação de características, de forma completamente aleatória, sem qualquer interferência do ambiente seletivo. Nesse quesito, Dawkins esclarece:

A taxa de evolução que procuramos medir, para os propósitos do relógio molecular, é aquela na qual uma sucessão de mutações do mesmo locus genético torna-se fixa na população. O modo óbvio de ocorrer a fixação é a seleção natural favorecer a nova mutação em detrimento do alelo anterior do “tipo selvagem”, e assim a impelir para a fixação – ela se torna a norma, o “padrão”. (Dawkins, 2009, p. 522).

Embora isso aconteça com frequência, Dawkins não ignora o fato de que uma nova mutação pode se fixar sem qualquer dependência com relação à seleção natural, conforme aponta a teoria neutra, mas ela tem um valor adaptativo tão alto quanto a anterior. Diante disso, hoje em dia não há mais como pensar a evolução desconsiderando as contribuições de Motoo Kimura. Sendo assim, poderia, então, ser dito que a maior parte das características dos organismos não existe por acaso, ao contrário, foi moldada pela seleção natural – em decorrência do aparecimento de variabilidades deletérias, vantajosas e neutras – às condições locais que se sucederam no tempo. Embora a variabilidade de maior ocorrência sejam as deletérias, elas desaparecem com o tempo, tendo em vista a ação da seleção. As variabilidades vantajosas são mais raras, mas, dependendo das pressões seletivas de um determinado ambiente, são capitalizadas pela seleção natural. Entretanto, quando um tipo de variabilidade sem função específica fixa-se em uma população, como produto do acaso, a seleção passa às cegas diante dela, ocasionando a variação neutra.

Desta maneira, guarda-se a importância da teoria neutra no processo de evolução das espécies – de modo especial por seu poder preditivo e empírico calcado em modelos matemáticos – sem ignorar a seleção natural como o principal processo. Portanto, os indivíduos apresentam características fenotípicas decorrentes da ação da seleção natural e também de mutações neutras, de modo que as explicações de cunho evolutivo não podem se furtrar nem a um nem a outro processo.

4 - EM DEFESA DO ADAPTACIONISMO

4.1 - O Perigoso Daniel Dennett

Como vimos até então, o debate envolvendo adaptacionistas e não adaptacionistas marca uma discussão na qual, aspectos empíricos, conceituais, pragmáticos etc. temperam os ânimos dos participantes dessa contenda. Por um lado, as reconstruções históricas sobre a evolução das espécies, cujos parâmetros baseiam-se nas premissas atinentes ao programa adaptacionista e, por outro, as reconstruções que rejeitam essas premissas. Ambos os lados possuem tenazes defensores. Nesta seção, veremos as argumentações de filósofos e biólogos que defendem o adaptacionismo. Suas argumentações não ignoram as teses que colocam em cheque este programa, mas ao contrário, as têm como referências para, dentre outras ações, promover, se for o caso, alterações consideradas consistentes.

O título desta seção é um trocadilho com o título de um livro de Daniel Dennett, *Darwin's Dangerous Idea*, de 1995. Como um ferrenho defensor das explicações adaptacionistas, Dennett estrutura sua argumentação nessa obra, atacando ferozmente os críticos do darwinismo. Assim como os outros adaptacionistas, ele entende que a seleção natural tem um valor ímpar como um processo que promove a evolução e, portanto, jamais poderia ter sua importância minimizada. Com ela, não há mais a necessidade de se apelar para um *Design* Inteligente que seria o responsável pela complexidade da vida. Explicações desse tipo contrariariam uma postura científica, pois, analogicamente, teriam a mesma estrutura de explicações que recorrem à existência de ganchos no céu (*skyhooks*) como causas de vários fenômenos que observamos. São explicações que sempre têm a forma falaciosa de uma petição de princípio.

Já há bastante tempo, Dennett vem reafirmando sua tese pautada na pressuposição de três estratégias para explicar e fazer previsões sobre o comportamento de sistemas, sejam eles vivos ou inanimados. Essas estratégias são chamadas de: 1) postura¹³ física, 2) postura de projeto e 3) postura intencional. A primeira, como o próprio nome sugere, dá primazia às características físicas desses sistemas como requisitos suficientes para apresentar uma boa explicação sobre o seu comportamento em determinadas condições. Segundo Dennett, considerando a estratégia física:

¹³ Os termos 'estratégia' e 'postura' serão usados como sinônimos no âmbito da abordagem dennettiana.

Se você quer prever o comportamento de um sistema, determine sua constituição física (talvez de todo modo, até o nível microfísico) e a natureza física que é imposta sobre ele, e use seu conhecimento das leis da física para prever o resultado de qualquer estímulo (*input*). (Dennett, 1989, p. 16).

A estratégia física pode ser bastante útil para um físico que queira saber sobre o comportamento dos hádrons e dos bósons em um acelerador de partículas; ou mesmo para um naufrago que queira construir uma jangada. Ambos precisam entender, em níveis diferentes evidentemente, a física que subjaz ao sistema sobre o qual recaem seus interesses, bem como preconizar um *saber-como* utilizar os recursos disponíveis. O cientista precisaria ter conhecimentos sobre mecânica quântica, enquanto que o naufrago necessitaria de ter noções sobre o tipo de madeira que melhor atende aos propósitos da navegação. Ele deveria partir do princípio de que madeiras flutuam na água e que uma vela pode servir como um mecanismo para direcionar o percurso da jangada com o auxílio do vento, dentre outros pressupostos.

A postura de projeto, por sua vez, considera a funcionalidade de um sistema – a função, ou as funções, das partes que o compõem – como parâmetro para explicar seu comportamento. Há a pressuposição, portanto, de que os sistemas, de um modo geral, foram projetados para desempenhar uma determinada função.

Às vezes, em qualquer caso, é mais efetivo mudar da postura física para a que eu chamo de postura de projeto, onde se ignora os reais (possivelmente confusos) detalhes da constituição física de um objeto e, na pressuposição de que ele tem certo projeto (*design*), prever que ele se comportará *como ele é projetado a se comportar* sob várias circunstâncias. (Dennett, 1989, pp. 16-17).

Um indivíduo que dirige um automóvel, por exemplo, pressiona o acelerador e espera que a velocidade do veículo aumente, pois sabe a função deste mecanismo ao alcance dos pés. Não lhe interessa quais fenômenos físicos estão envolvidos neste processo; ele apenas espera que o carro “obedeça” ao seu comando. A estratégia (2), portanto, difere da (1) por estar atrelada ao conhecimento concernente às funções de um sistema, sem a exigência de qualquer entendimento acerca da física subjacente.

A postura intencional também nos leva a fazer previsões sobre o comportamento de sistemas – sejam eles, seres humanos, animais, artefatos etc. – mas atribuindo-lhes estados mentais (intenções, crenças, desejos etc.) que, supostamente, direcionam seu comportamento. É evidente que quanto mais distante estiver do humano, tanto menos fértil torna-se a

compreensão de um sistema por meio da adoção da estratégia intencional, já que é bastante contra-intuitivo atribuir estados mentais a sistemas como ratos, baratas, computadores etc.

“A estratégia intencional consiste em tratar o objeto, cujo comportamento você quer prever, como um agente racional com crenças e desejos e outros estados mentais, exibindo o que Brentano e outros chamaram de [*I*]ntencionalidade.” (Dennett, 1989, p. 15). A Intencionalidade (com ‘I’ maiúsculo) da qual a estratégia intencional faz referência está sendo usada no mesmo sentido que é utilizada em filosofia da mente. Essa disciplina filosófica separa a Intencionalidade de primeira e a de segunda ordem. A de primeira ordem consiste, simplesmente, em ter crenças, ou seja, representações sobre o mundo físico ou social. É um termo técnico, portanto, para designar sistemas capazes de sustentar estados mentais com conteúdo que *representam, referem-se a, são sobre (aboutness) ou acerca de, apontam para* um estado de coisas ou entidade que pode, ou não, ter existência real.¹⁴ Já a Intencionalidade de segunda ordem pressupõe uma teoria da mente referente à capacidade de ter crenças sobre as crenças de outro indivíduo.

Quanto à estratégia (3), ela é muito utilizada em engenharia reversa, por exemplo, cujo objetivo é o de tentar descobrir, dentre outras coisas, o que um projetista tinha em mente (Intencionalidade de segunda ordem) quando da idealização e fabricação de um artefato. Ao querer saber as funções de cada parte de um artefato, o indivíduo que o analisa cria hipóteses que dizem respeito às razões que justificam o artefato ter determinadas características. Para tanto, ele deve fazer hipóteses acerca dos propósitos do projetista para cada parte que compõe o artefato. Digamos que um engenheiro marciano veja um motor automotivo de quatro tempos (ciclo de combustão de quatro tempos) e queira entendê-lo. Dentre tantas partes a serem avaliadas, ele verá que uma peça giratória (comando de válvulas), ao movimentar-se, empurra duas outras peças (as válvulas de admissão e de escape) em movimentos alternados. O trabalho desse engenheiro, portanto, é saber qual a função dessa peça e, por conseguinte, deve procurar saber o que o engenheiro terráqueo tinha em mente ao construir esse mecanismo, qual era a intenção dele.

Como já ficou evidenciado, as três posturas dennettianas podem ser utilizadas como métodos que auxiliam a explicação do comportamento de sistemas. Porém, adotar uma ou outra dependerá do quão fecunda e útil elas poderão ser, em determinadas condições, para se

¹⁴ Para evitar a confusão de que as crenças e os desejos estão repletos de determinada intenção (com ‘i’ minúsculo) é importante ter em mente, conforme John Searle (1995, p. 5), que “as crenças e os desejos são estados Intencionais, mas não têm a intenção de coisa alguma”. A intenção é apenas mais um estado mental como o desejo, a crença, o temor etc.

produzir uma boa previsão sobre o comportamento de um dado sistema. Na medida em que a adoção de cada uma delas resulta em explicações satisfatórias, assume-se que a estratégia adotada diz respeito a um sistema físico, a um sistema projetado ou a um sistema intencional. Pensemos em um sistema projetado, como um computador. Quando estamos diante dele para escrever qualquer texto que seja (uma dissertação de mestrado, por exemplo) adotamos uma estratégia de projeto e fazemos previsões sobre seu comportamento, tais como: toda vez que eu pressionar as teclas do teclado correspondentes às letras do alfabeto, a tela do computador mostrará imediatamente as letras com as quais formo as palavras do texto. Isso diz respeito às funções das teclas, de acordo com o projeto do engenheiro que arquitetou esse artefato.

Entretanto, pode acontecer que, ao pressionar as teclas, ao invés de letras, apareçam formas estranhas ou pequenas imagens que não serão úteis para meu texto. De imediato exclamo: esse computador não *quer* funcionar! Nesse instante, adoto uma postura intencional em relação ao computador e o vejo como um sistema intencional, atribuindo-lhe estados mentais (desejos, crenças etc.). Decerto, nas circunstâncias aqui colocadas, a adoção da estratégia intencional não é útil para mim. Devo, então, voltar a adotar uma postura de projeto ou chamar um técnico em informática que, certamente, adotará uma postura de projeto diante do meu computador e o verá como um sistema projetado. O técnico em informática identificará qual peça está funcionando mal e a substituirá. Digamos que o problema tenha sido algum microprocessador do meu teclado e o técnico tenha facilmente identificado o problema e o resolvido. Com as condições normais restabelecidas, volto a usar meu computador, pois passo a confiar novamente em seu bom funcionamento.

A postura adotada pelo técnico em informática foi suficientemente útil e fecunda para os propósitos colocados. Mas, digamos que ele tivesse interesse em saber com mais detalhes as causas físicas que levaram ao não funcionamento daquele microprocessador. Ele teria que procurar saber do que é feita aquela peça, quais são os elementos químicos que a compõem, o que acontece quando a corrente elétrica passa por ela etc. Ele teria de adotar, então, uma estratégia física e embrenhar-se no estudo minucioso de cada parte daquele componente. Em um determinado momento, ele perceberia que o silício é um elemento químico importante para fabricação daquela peça. Por conseguinte, entenderia que para um computador funcionar, dentro dos padrões de exigências atuais, é necessário que se utilize o silício em sua construção. Com isso, ele poderia, então, aventurar-se no estudo aprofundado das características físicas e químicas desse elemento e, ao fim da investigação, descobriria que o silício é um elemento químico relativamente inerte e resistente à ação da maioria dos ácidos; reage com os halogênios e álcalis e, além disso, transmite mais de 95% dos comprimentos de

onda das radiações infravermelhas, dentre outras características. Essas informações, evidentemente, são muito úteis para um engenheiro que queira projetar um microprocessador. Mas, levando em consideração que o trabalho do técnico em informática se resume em identificar as peças com defeito e substituí-las, a obtenção de conhecimentos de um nível muito fundamental sobre as características do silício teria pouco valor para o exercício de sua atividade. Nesse sentido, adotar uma estratégia de projeto é muito mais eficaz para aquele técnico em informática do que uma estratégia física.

Ficou evidenciado pelo exemplo anterior que cada postura acentua perspectivas diferentes diante do mesmo objeto. Assim, diante do tema que aqui é proposto, cabe uma questão: a que postura corresponde o adaptacionismo? A resposta é a postura intencional. Entretanto, dependendo das condições e dos interesses colocados na análise de um fenômeno biológico qualquer, as outras duas estratégias também podem contribuir. Digamos que um grupo de biólogos esteja analisando os castores; e o problema por eles colocado diz respeito ao fato de esses animais construírem represas. Um deles vê o castor como um sistema projetado (postura (2)). Analisa suas partes, observa que as patas traseiras dos castores possuem membranas, o observa nadando, vê as vantagens de se construir represas em termos da disponibilidade de alimentos etc. Conclusão: os castores foram projetados para, dentre outras coisas, construírem represas. Outro biólogo adota uma estratégia física e, por exemplo, vê os castores como sistemas físicos (postura (1)). Analisa a configuração genética dessa espécie e detecta quais “genes” estariam ligados à habilidade de construir represas. O terceiro biólogo adota uma estratégia intencional (postura (3)), no entanto, não está em questão se os castores são sistemas intencionais de baixo nível (em relação aos humanos), mas sim a atuação da Seleção Natural ou da Mãe Natureza¹⁵. Os castores são vistos como meios, como estruturas adaptativas que resolvem os problemas colocados pelo ambiente. Nesse sentido, deve haver uma boa *razão* para que os castores se comportem desta maneira. A atitude do biólogo será, então, a de estimar as condições ambientais que levaram a isso e realizar uma engenharia reversa do organismo em questão. A adoção dessa estratégia vincula-se à perspectiva adaptacionista à medida que permite ao biólogo construir uma história adaptativa com referência às *razões* da seleção natural que levaram a configurar os castores daquela maneira. Nas palavras de Dennett, “A tarefa da engenharia reversa em biologia é um exercício de compreensão do ‘que a Mãe Natureza tinha em mente’.” (Dennett, 1995, p. 228).

¹⁵ Expressão usada por Dennett (1995). Ao adotar uma estratégia intencional nas explicações adaptacionistas, Dennett imputa estados mentais à Mãe Natureza. A Mãe Natureza ou a própria Seleção Natural, portanto, seria o agente intencional responsável pela evolução biológica.

Como é possível perceber, cada uma das posturas adotadas – independentemente de suas limitações – contribui para a construção de um quadro explicativo de um fenômeno específico. Todas elas podem ser utilizadas em uma proposta adaptacionista. Entretanto, a contribuição da estratégia intencional é muito mais eficaz para as explicações de cunho adaptacionista, tendo em vista que ela fornece as *razões* de uma determinada adaptação. Lidar com uma hermenêutica atinente aos projetos dos organismos aliada a uma engenharia reversa, sugere a construção de histórias evolutivas com base na função de cada característica presente nos organismos a partir da suposição da otimalidade delas. De acordo com Dennett, o correto uso da postura intencional como um instrumento heurístico permite a estruturação de “um sistema descritivo capaz de fazer, com alto grau de confiança, previsões sobre, não apenas o comportamento inteligente humano, mas também sobre o ‘comportamento inteligente’ do processo que projeta os organismos.” (Dennett, 1995, p. 237).

Um artefato é o produto de um processo de desenvolvimento com propósitos racionalmente bem definidos, decorrentes de uma série de escolhas entre alternativas possíveis. *Mutatis mutantis*, e adotando-se uma estratégia intencional, os organismos também podem ser analisados sob essa ótica. Cada escolha visa ao que é melhor para o organismo, entendido como um projeto. Assim parecem ser as explicações darwinistas, tendo em vista que a seleção dos mais aptos sempre se dá dentro de alternativas possíveis. Os mais aptos são aqueles que possuíam determinadas características úteis que os outros não possuíam no mesmo grau. Nesse sentido, a pergunta pelo ‘*por que*’ de uma determinada adaptação, refere-se à *razão de ser* dessas características e a resposta deve mostrar porque esta *razão de ser* foi *melhor* do que outra. Essa perspectiva, aplicada às explicações selecionistas pode ser representada, conforme Caponi (2006, p. 254), no seguinte modelo geral de explicação:

Explanans:

- A população **P** está submetida à pressão seletiva **S**.
- A estrutura **X** (presente em **P**) constitui uma melhor resposta a **S**, do que sua alternativa **Y** (também disponível em **P**).

Explanandum:

- A incidência de **X** em **P** é maior do que a de **Y**.

Como se vê, em termos adaptativos, esse tipo de explicação aponta para as vantagens que organismos de uma população **P** possuem quando apresentam a característica ou a estrutura **X** em um ambiente com pressão seletiva **S**. Já aqueles que apresentam a estrutura **Y**,

nesse mesmo ambiente, têm menos vantagem em comparação aos que possuem a estrutura **X**. Logo, mantendo-se essas variáveis, a conclusão é evidente: a incidência de **X** na população **P** tende a aumentar. No entanto, o diferencial que deve ser acentuado nessa explicação é o fato de ela não fazer qualquer menção a enunciados nomológicos que apresentem possíveis causas mecânicas. Para saber por que a seleção ocorreu, basta apontar quais são as razões de uma adaptação (Brandon, 1990). Nesse sentido:

uma razão, no final das contas, não é mais do que aquilo que se pode deixar de ganhar ou perder, fazendo ou desejando fazer alguma coisa; e foi nesse sentido que podemos dizer que a explicação darwiniana é uma explicação por razões antes de ser uma explicação por causas [mecânicas]. (Caponi, 2006, p. 254).

Com base nessa compreensão do processo darwinista, é possível afirmar que, embora a Seleção Natural “pense” e “estruete” os organismos com referência ao grau ótimo da função para a qual eles são projetados, não necessariamente as respostas (o fenótipo) desses organismos às exigências de um ambiente seletivo serão ótimas. Dito de outra forma, nem sempre um organismo cumpre de maneira ótima a função para a qual foi projetado; mas isso não implica dizer que ele não tem aptidão suficiente para manter-se nesse ambiente. Não é o resultado de um projeto a principal referência, mas o que deve nortear essa hermenêutica: a referência ao grau ótimo do organismo, em parte definido pelas “escolhas” que a Seleção Natural “adotou” sob o ponto de vista teórico e/ou prático.

Voltando à descrição do *explanans* e do *explanandum* dada anteriormente, a estrutura **X** não necessariamente representa um fenótipo ótimo. Mas dentre as duas alternativas possíveis (**X** e **Y**) **X** apresenta mais vantagens e, portanto, tende a aumentar sua frequência na população **P**. Há de se considerar também que, caso apareça alguma mutação nessa população para um fenótipo **Z**, e se esse fenótipo apresentar soluções mais adequadas para os problemas adaptativos impostos pela pressão seletiva **S**, então o fenótipo **Z** tenderá a ter maior incidência do que os outros dois já existentes.

Essa forma de explicação do darwinismo proposta por Caponi está muito próxima do que o biólogo britânico Richard Dawkins chamou de ‘darwinismo universal’, uma formulação bem genérica e abstrata da teoria de Darwin que não faz referência ao nosso mundo e ao modo como os organismos se organizam quanto à reprodução, à hereditariedade, à variação etc. da forma como conhecemos. John Maynard-Smith, com base nessa ideia, propõe uma

formulação bem geral.¹⁶ Para que a evolução por seleção natural aconteça, um grupo de entidades deve possuir algumas propriedades: multiplicação, variação, hereditariedade e competição. Satisfeitas essas condições, a seleção natural é inevitável e indicará, ao fim de algumas gerações, que a entidade com maior capacidade (competição) de manter-se viva e de multiplicar-se, terá sua frequência aumentada e que esse processo pode continuar, tendo em vista que outras características podem aparecer (variação). Outros estudiosos como Richard Lewontin e Mark Ridley também propuseram, cada qual, um conceito mínimo¹⁷ do processo de seleção natural. Esses conceitos mínimos também se assemelham bastante à proposta de um darwinismo universal. Segundo Lewontin, para que a evolução por seleção natural ocorra três princípios são necessários: variação, hereditariedade e aptidão diferencial. Para Ridley são necessárias quatro condições: reprodução, hereditariedade, variação das características entre os membros de uma população e diferenças na aptidão dos organismos. O diagrama abaixo representa bem, tanto a ideia de um darwinismo universal quanto à proposta de um conceito mínimo.

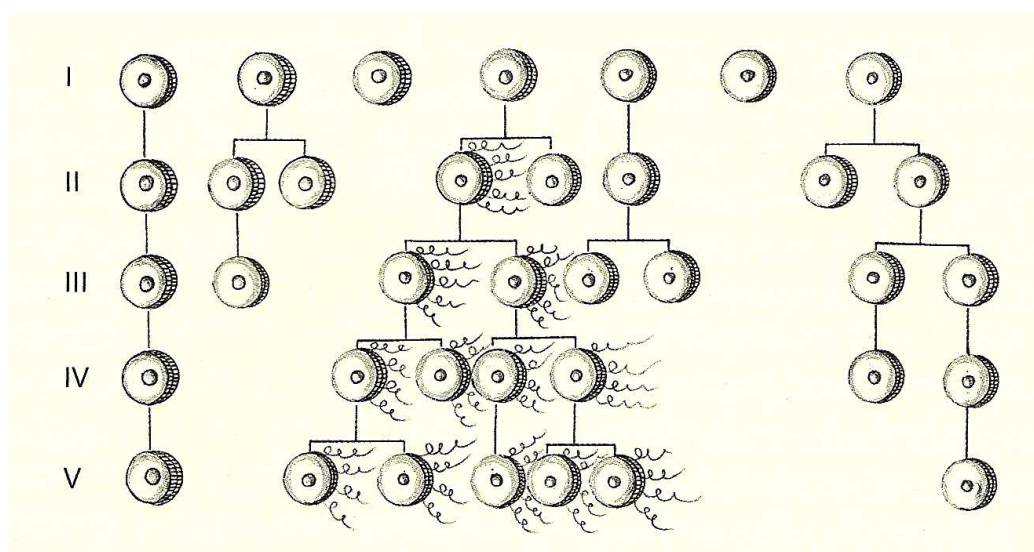


Figura 10 – retirada de Jablonka e Lamb, 2010, p. 26.

A frequência da entidade que apresentou mutação, e que apareceu pela primeira vez na geração II, aumentou nas gerações subsequentes porque ela tem mais aptidão do que as outras, isto é, enfrenta com melhor desenvoltura as pressões seletivas e se multiplica mais do que suas competidoras.

A tradição de apresentar formulações mínimas sobre a evolução por seleção natural não é recente. O próprio Darwin também indicou a sua:

¹⁶ Jablonka e Lamb, 2010, pp. 25-27.

¹⁷ Godfrey-Smith, 2009, pp. 18-19.

[...] estas formas tão admiravelmente construídas [...] foram todas produzidas por leis que atuam ao nosso redor. Estas leis, tomadas em seu sentido mais amplo, são: o Crescimento com Reprodução; a Herança, que é quase implícita à reprodução; a Variabilidade da ação direta e indireta das condições externas de vida, e do uso e desuso; a Taxa de Crescimento que, de tão alta leva a uma Luta pela Vida e, por consequência, a Seleção Natural, que determina a Divergência de [Características] e a Extinção das formas menos aperfeiçoadas. (Darwin, 2010, pp. 426-427).

Como é possível observar, a formulação darwiniana é bem mais detalhada do que as mais recentes e acentua a luta pela sobrevivência, aspecto negligenciado por duas das três formulações aqui apresentadas, como um elemento de importância dentro desse processo. Embora cada uma das formulações apresentadas tenha problemas que se relacionam diretamente com o poder explicativo das teorias em biologia evolutiva – cujo compromisso está centrado, dentre outros pontos, na busca pela verdade e pela simplicidade –, elas podem contribuir para o entendimento do modo como se estruturam as explicações adaptacionistas. Essas explicações se caracterizam, dentre outros aspectos, por serem históricas e por mostrarem a *razão de ser* das adaptações dos organismos. Desta feita, pode-se dizer, com base nessas formulações de um darwinismo mínimo, que as explicações adaptacionistas são de tipo condicional ($p \rightarrow q$), isto é, dadas algumas condições iniciais, o resultado é a evolução por seleção natural.¹⁸

Portanto, a adoção de uma estratégia intencional – se vinculada às explicações de tipo condicional que buscam a razão de ser das adaptações dos organismos – revitaliza o valor epistêmico e cognitivo dessas explicações, separando-as, definitivamente, do que se entende por meras historietas. Como se vê, isso contraria muitas das críticas de Gould e Lewontin (1979).

Evidentemente, essas explicações têm que lidar com vários problemas difíceis de serem resolvidos como, por exemplo, as funções que os organismos, ou suas características, possuem. Mesmo que nessas explicações, variadas funções para uma mesma característica sejam notadas, dados coletados posteriormente – mais acessíveis como evidências favoráveis ou não a uma determinada explicação biológica do tipo adaptacionista – permitirão fazer asserções mais contundentes sobre uma determinada adaptação. Se essas asserções estiverem fundamentadas na *razão de ser* dessa e de outras adaptações, e forem formuladas com

¹⁸ Essa discussão será retomada e mais bem desenvolvida na segunda parte desta dissertação.

referência às condições necessárias, estabelecidas na proposta de um darwinismo universal, então as hipóteses registradas podem ser testadas, o que aumenta seu valor epistêmico.

A adoção dessa forma adaptacionista de explicação elimina, portanto, qualquer dúvida acerca do caráter não aleatório do processo de seleção natural. A variação, como se sabe, é cega, mas a Seleção Natural, por ser entendida como um sistema intencional, manifestaria, segundo Dennett, seu “comportamento inteligente” na seleção dos organismos mais aptos, cujos projetos são evidenciados nas diferentes espécies existentes. Como todo projeto de engenharia sempre envolve a distinção do melhor e do pior; incluem-se aqui as “razões” que a Seleção Natural encontra para esta distinção, ou seja, a eliminação dos menos aptos e a seleção dos mais aptos. O problema disso tudo é que – como já foi dito – nem sempre um projeto se realiza de forma ótima. Mas, mesmo assim, o ambiente o seleciona, tendo em vista seus competidores. Organismos que, em condições normais, possuem elevada probabilidade de extinção, mesmo sem a ocorrência de fatores antrópicos, são exemplos de projeto não ótimo. Entretanto, as “razões” da Seleção Natural, ainda conforme Dennett, sempre estarão pautadas naquilo que é “considerado” como o melhor, o grau ótimo. Se o melhor não se realiza, então uma das possíveis respostas está no fato de que há custos de oportunidade (*trade-offs*) que limitam soluções adaptativas.

Nessas circunstâncias, Dennett critica o famoso artigo *The Spandrels of San Marco* de Gould e Lewontin (1979). Não seria o adaptacionismo, como subtítulo dessa obra, um paradigma panglossiano, mas sim um paradigma leibniziano. O personagem Dr. Pangloss da obra *Cândido* de Voltaire seria uma mera caricatura de Leibniz. O adaptacionismo é um tipo de programa de investigação científica que se aproxima do pensamento de Leibniz na medida em que compactua, em certa medida, com a ideia de que este é o melhor dos mundos possíveis. Essa ideia manifesta-se no pressuposto segundo o qual os organismos são resultado do processo natural de seleção do mais apto, do melhor organismo em um determinado ambiente seletivo.

Dentro dessa perspectiva, a postura do investigador em biologia evolutiva vai para além da tentativa de explicar apenas o que aconteceu, ressaltando as questões sobre *o que é melhor para*. O aspecto que Dennett quer acentuar, como já foi explicado, é a postura intencional. A tentativa de responder à questão sobre *o que aconteceu* depende, em certa medida, de hipóteses sobre *o que é melhor para*. Em outros termos, seria infrutífera qualquer tentativa de apontar as razões da presença de determinadas características em um organismo, contemporâneo ou do passado, sem se adotar a postura intencional. O equívoco na explicação se evidencia pela incapacidade de se determinar, com um grau de plausibilidade aceitável, a

funcionalidade de tais características ao se ignorar o que seria a realização ótima dessas mesmas características. A análise morfológica funcional, por exemplo, leva à postulação de determinadas características de um organismo em seu ambiente seletivo que seriam ótimas. Logo, a hipótese do grau ótimo é um elemento de grande importância em qualquer tentativa de explicação adaptacionista, diria Dennett.

Com isso, Dennett propõe, como uma resposta às críticas de Gould e Lewontin, que seja diferenciado o mau do bom adaptacionismo; que se diferencie Leibniz de Pangloss. O mau adaptacionismo se caracteriza por não testar suas hipóteses, como se fosse desnecessário certificar-se se estão corretas porque aparentam ser boas explicações científicas. O bom adaptacionismo, ao contrário, busca aperfeiçoar suas explicações por meio de testes empíricos que as corroborem ou as contradigam.

Contudo, seriam essas explicações meras historietas, como afirmam Gould e Lewontin? Dennett é enfático em sua negativa. As explicações históricas que o adaptacionismo apresenta podem ser bastante úteis para compor um quadro explicativo em biologia se estiverem bem ajustadas. Elas podem ser submetidas aos mesmos padrões de testes a que as hipóteses não adaptacionistas se submetem. Dentro desse contexto, uma explicação adaptacionista plausível e bem ajustada aos fatos não pode ser encarada como definitiva ou insubstituível. Os testes que a corroboram apenas aumentam sua plausibilidade, mas jamais lhe dão certeza definitiva. Segundo Dennett, é mais uma questão de intransigência acadêmica o que justifica os ataques à perspectiva adaptacionista do que, propriamente, razões metodológicas e epistemológicas.

Dennett reconhece que muitas histórias, claramente adaptacionistas, são pressupostas por evolucionistas de toda cepa como plausíveis, sem qualquer preocupação de submetê-las a testes ou análises mais profundas. Consideram, simplesmente, que sua obviedade é suficiente para tê-las como explicações aceitáveis. A crença amplamente aceita de que os cílios evoluíram para a proteção dos olhos é um exemplo que pode ser citado. Não há quem duvide disso; também não há quem apresente explicações admissíveis ou testes que corroborem ou não tal assertiva; ela é simplesmente dada como certa. Não obstante, se alguém aventurar-se por esse caminho explicativo terá que adotar uma perspectiva adaptacionista, pensa Dennett.

Nesse cenário cabe o questionamento indicado por Gould e Lewontin acerca da não existência de padrões nos argumentos adaptacionistas. O que, segundo Dennett, em nada diminui seu poder explicativo, pois esse questionamento não chega a ser, de fato, um problema, já que a existência de uma definição rígida do que seja uma adaptação genuína ou de um critério único que a delimita não se faz necessário. Isso porque “Darwin nos ensinou a

não procurar por essências, a não traçar linhas divisórias entre função genuína ou intencionalidade genuína e o mero a-caminho-de-se-tornar função e intencionalidade.” (Dennett, 1995, p. 247).

As explicações históricas apontam para a direção dada por uma aparentemente intencionalidade da Mãe Natureza, manifesta por meio da seleção dos organismos que nele habitam. Organismos estes que apresentam adaptações que tiveram seu início como efeitos fortuitos, oportunamente “escolhidos” pelas forças seletivas do ambiente no qual eles habitam. Mas como entender, então, essa intencionalidade da Mãe Natureza? A resposta, como já foi dito alhures, se basearia na engenharia reversa que os adaptacionistas usam para estruturar suas explicações. E cada tentativa de explicar as adaptações é teórica, estruturada *a priori* com base na hipótese, segundo a qual, a seleção natural está no cerne de histórias, com alto grau de plausibilidade, sobre quase todas as características dos organismos existentes em todos os ambientes conhecidos.

Digamos que alguém pergunte a um cientista porque alguns cefalópodes mudam de cor. A resposta pode ser formulada com base nos fenômenos físico-químicos envolvidos neste fenômeno (postura física). Embora esta explicação tenha seu caráter metodológico e epistemológico salvaguardados, jamais indicará os propósitos biológicos segundo os quais essa característica foi moldada ao longo de sua evolução. Falta-lhe, “a curiosidade adaptacionista interminável”¹⁹ a que Dennett faz referência em sua crítica a outros “teóricos que, aparentemente, desejam códigos de conduta mais rígidos nessa parte da ciência”²⁰. Em uma atitude reflexiva que indica uma possível resposta aos críticos do adaptacionismo dentro desse contexto, Dennett questiona:

A ascensão e queda de sucessivas explicações adaptativas para várias coisas é indício de uma ciência saudável, constantemente melhorando sua visão, ou é como o hábito patológico do mentiroso compulsivo que sempre está mudando a história? (Dennett, 1995, p. 249).

Vemos claramente que Dennett tenta mostrar o quanto é complicado colocar, não limites metodológicos, mas limites com base em preconceitos. Desqualificar os adaptacionistas em sua perspectiva de engenharia reversa para a construção de histórias explicativas não é, definitivamente, uma prática aceitável para o aperfeiçoamento das explicações em biologia evolutivas.

¹⁹ Dennett, 1995, p. 248.

²⁰ Idem.

O pesquisador ataca, principalmente, as argumentações de Gould e Lewontin, contra o programa adaptacionista. Após a publicação do artigo de 1979, supracitado, criou-se, segundo Dennett, a falsa impressão entre estudiosos da evolução de várias frentes de pesquisa de que o adaptacionismo havia, finalmente, sucumbido aos ataques veementes daquele artigo e, em consequência, o abandono desse tipo de explicação por parte da comunidade científica estaria decretado. Entretanto, não foi isso o que, de fato, aconteceu. As explicações de cunho adaptacionista continuaram a ser produzidas e publicadas em revistas científicas especializadas. Mais importante que isso, uma análise com maior acuidade desse artigo expôs, ainda conforme Dennett, as falhas de argumentação, a pouca preocupação na coleta de dados e informações que dão suporte às ideias nele expressas, bem como a incapacidade de Gould e Lewontin oferecerem uma alternativa consistente ao programa que rechaçam.²¹

Agora, o mais impressionante é entender que a Basílica de São Marcos foi projetada para, dentre outras coisas, servir de mostruário de imagens em mosaico. Era exatamente isso o que Gould e Lewontin colocavam em cheque. A argumentação deles é a de que as restrições arquitetônicas de uma construção de abóbadas no estilo gótico produziram os tímpanos, espaços arquitetônicos exaptados para estampar imagens com mensagens cristãs. Porém, baseado na autoridade de Otto Demus,²² Dennett afirma que os mosaicos foram a *razão de ser* da basílica.

A conclusão é inevitável: os tímpanos de São Marcos não são tímpanos nem mesmo no sentido mais estendido de Gould. Eles são adaptações escolhidas de um conjunto de alternativas equipossíveis por razões amplamente estéticas. Eles foram projetados para terem a forma que têm justamente para proporcionarem adequadas superfícies para a exibição de iconografias cristãs. (Dennett, 1995, p. 274).

As argumentações de Dennett (1995) sugerem que as teses levantadas por Gould e Lewontin poderiam ser incorporadas pelo programa adaptacionista. Isso significa dizer que a

²¹ Apenas para exemplificar, Dennett aponta que aquilo que Gould e Lewontin chamam de tímpano (*spandrel*), por exemplo, é, na verdade, segundo os termos técnicos da arquitetura, um pendúculo. Tímpano e pendúculo são partes diferentes de uma construção.

²² Otto Demus (1902-1990) foi um renomado historiador da arte com especial dedicação aos mosaicos bizantinos. Suas pesquisas sobre a arte bizantina resultaram em um estudo aprofundado sobre a Basílica de São Marcos: *The Church at San Marco in Venice: history, architecture, sculpture* (1960). Depois de outros estudos, aos 70 anos de idade, Demus embarcou no mais ambicioso projeto acadêmico de sua carreira: a restauração e documentação dos mosaicos da Basílica de São Marcos. Desse trabalho resultou a obra *The Mosaics of San Marco in Venice* (1984), uma obra monumental na qual Dennett buscou suas referências. (disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Otto_Demus. Acesso em: 23 set. 2010).

atividade crítica daqueles autores, na verdade, contribuiu para o aperfeiçoamento do adaptacionismo e não o contrário. À medida que a apreciação de Gould e Lewontin deixou em evidência algumas imperfeições das explicações históricas dos biólogos desta vertente, as modificações foram feitas. Essas imperfeições teóricas puderam ser corrigidas, não por um mero recurso *ad hoc*, mas em decorrência de uma ampliação do entendimento do adaptacionismo e do alcance teórico-explicativo que, de fato, ele pode proporcionar.

Embora o termo ‘tímpano’ tenha sido utilizado por Gould e Lewontin de forma equivocada no âmbito da arquitetura, sabe-se que esse termo passou a ser bastante usado por biólogos e filósofos. Entretanto, os autores do artigo de 1979 jamais deram uma definição biológica para ‘tímpano’. Sendo assim, Dennett sugere entendê-lo como uma espécie de característica que não exige habilidade do projetista para criá-la (o vão de uma porta). ‘Tímpano’ poderia ser definido, então, como um mero acidente histórico (o fato de os elefantes terem mais pernas do que olhos, por exemplo). Dessa forma, sempre haverá muitos tímpanos não planejados em um sistema maximamente bem planejado. E a pertinência de uma engenharia reversa se revela, dentre outras razões, quando da identificação desses acidentes históricos.

Como esta seção se destina a apresentar uma defesa do programa adaptacionista, é pertinente que se inclua, ainda, o posicionamento adaptacionista frente à tese de Gould e Lewontin acerca das restrições de um plano básico (*Bauplan*), bem como frente ao argumento de Lewontin referente à construção de nichos. Por uma questão didática e metodológica, as coloquei separadas das argumentações dadas anteriormente. Nas duas próximas seções esses temas serão, então, mais bem discutidos.

4.2 – A explicação adaptacionista sobre as restrições

Como já ficou evidenciado, Gould e Lewontin entendem que as restrições do plano básico de um organismo, ao canalizarem as mudanças adaptativas, limitam as possibilidades de resposta dos organismos às exigências do ambiente seletivo no qual se encontram. Negligenciar essa perspectiva significa, segundo esses autores, obscurecer o entendimento do que ocorre, de fato, com o processo de evolução das espécies; e os adaptacionistas, frequentemente, cometem esse equívoco.

Entretanto, afirma Dennett, nenhum plano básico surge do nada, e em parte alguma da natureza as restrições estão registradas à espera de serem descobertas. Nessas condições,

pode-se afirmar que qualquer plano básico resulta de processos adaptativos como tantas outras características. Sem dúvida, os processos adaptativos precisam ser mais bem explicados, não por meio de um reducionismo fisicalista, como quer Gould, e sim por meio de uma metodologia hermenêutica que pode ser propiciada pela engenharia reversa comum às explicações adaptacionistas. Com isso, ampliando o entendimento do adaptacionismo, a adaptação pode ser encarada como uma resposta dos organismos às exigências dos fatores ambientais locais em concomitância com as restrições (conjunto limitado de movimentos possíveis) inerentes ao plano básico dos próprios organismos. Entretanto, esse entendimento deve ser visto, afirma Dennett, não como uma regra, mas apenas uma exceção.

Essa postura de Dennett fica mais clara quando analisada sob a luz da teoria dos jogos de John Von Neumann, criada em colaboração com o economista Oskar Morgenstern. Conforme esses autores, a complexidade de uma competição é, fundamentalmente, determinada pelos agentes que dela participam. O sentido de competição aqui expresso, evidentemente, abarca uma enormidade de relações. O mundo está em competição e sua complexidade se manifesta em decorrência dos agentes que, nele, fazem suas escolhas, agem, interagem etc.²³ Nas palavras de Dennett,

A percepção fundamental que une a teoria dos jogos e a teoria evolutiva é que os “princípios racionais – seja lá o que isso signifique” – que “guiam” os agentes na competição podem exercer sua influência mesmo sobre semi-agentes inconscientes e irracionais como vírus, árvores e insetos porque as possibilidades de riscos e de compensação na competição determinam quais linhas de jogo não ajudam a vencer ou perder se forem adotadas, por mais irracionais que sejam os motivos para adotá-las. (Dennett, 1995, p. 263).

Apenas para não passar em branco, cito o dilema dos prisioneiros, o mais conhecido exemplo na teoria dos jogos. Resumidamente, descreve a situação de dois prisioneiros, acusados de um mesmo crime. Aos dois, separadamente, o promotor oferece um acordo com as seguintes consequências:

- a) se ambos mantiverem-se firmes em sua inocência, não acusando um ao outro, terão de cumprir uma pena de duração mínima;

²³ A teoria matemática dos jogos é bem complexa e não é o caso de detalhá-la aqui, já que levaria bastante tempo para a elaboração de uma minuciosa exposição de seus pressupostos. O próprio Dennett (1995) não se aventura nessa empreitada, mas indica a leitura de *Prisoner's Dilemma: John Von Neumann, Game Theory, and the Puzzle of the Bomb* de William Poundstone, publicado em 1992, como uma boa referência para aqueles que desejam conhecê-la melhor.

- b) se ambos mantiverem-se firmes em sua inocência, mas acusarem-se um ao outro como culpados, ambos terão de cumprir uma pena de média duração;
- c) terá de volta a liberdade o prisioneiro que não sofrer a acusação de ter cometido o crime e que reafirme sua inocência, acusando o outro do delito. Nessas condições, o prisioneiro que não acusa e se declara inocente terá de cumprir a pena máxima.

Acredito que todos concordam que a adoção da opção (a) é mais interessante para os acusados. Entretanto, essa escolha exige de ambos a cooperação; e isso complica um pouco mais o contexto. Seria bastante difícil sustentar uma dependência em relação a outro indivíduo sem possuir qualquer garantia de que ele cumprirá o acordo previamente estabelecido. Torna-se mais difícil ainda essa dependência, acrescido o inconveniente de que o desrespeito ao acordo desencadeará consequências lastimosas para aquele que mantiver a palavra – sofrerá as sanções previstas na opção (c). A tendência de ambos é evitar o mal maior. Sendo assim, a melhor opção é (b), pois, mesmo que seja muito improvável, ainda há a possibilidade de ficar completamente livre da prisão, caso um deles não acuse o outro, ensejando, para um deles, os benefícios da opção (c). Isso significa dizer que é rara a existência de cooperação entre indivíduos que competem entre si, mesmo que sejam da mesma espécie. A cooperação ocorre apenas em casos bem particulares.

Com esse exemplo é possível vislumbrar, *mutatis mutandis*, muitas situações no âmbito do processo de evolução, cujos resultados se assemelham ao exemplo citado anteriormente. Os organismos que competem entre si estão dentro de um jogo no qual as regras, impostas pelo ambiente, não são fáceis de ser identificadas por quem assiste a competição de fora. Só o fato de essas estratégias ocorrerem, na maioria das vezes, de forma inconsciente, já impõe certas dificuldades quase que insuperáveis. Além disso, os organismos possuem limitações que lhes são próprias; isso faz com que suas escolhas sejam, em certas condições, limitadas por determinados caminhos já canalizados em decorrência das suas restrições internas. Mas o ponto que deve ter maior destaque dentro da perspectiva da teoria dos jogos aplicada ao processo evolutivo é a maneira como se dá o equilíbrio nesse cabo-de-guerra de interesses múltiplos e, nessas condições, as restrições internas podem não ser tão significativas.

Maynard Smith cunhou o conceito de Estratégia Evolutivamente Estável (EEE). Na definição dada por Richard Dawkins (2009, p. 143), é um tipo de “estratégia política pré-programada que, ao ser adotada pela maioria dos membros de uma população, não pode ser superada por uma estratégia alternativa.” Dawkins ainda acrescenta:

Uma EEE é uma estratégia que se sai bem contra cópias de si mesma. O raciocínio é o seguinte. Uma estratégia bem-sucedida é aquela que é dominante na população. Por essa razão, ela tende a encontrar-se com cópias de si mesma. Assim, ela não continuará a ser bem-sucedida a menos que se saia bem contra cópias de si mesma. Esta definição não tem a precisão matemática da definição de J. Maynard Smith e não pode substituí-la, porque, na realidade, é uma definição incompleta. Mas tem a virtude de capturar, intuitivamente, a essência do que é uma EEE. (Dawkins, 2009, p. 460, nota de fim 1).

Cada organismo de uma mesma espécie tenta adquirir o máximo de vantagens possíveis sobre os outros. O bom êxito evolutivo das populações de organismos é manifesto no equilíbrio entre as diferentes variantes comportamentais existentes. Cada uma dessas variantes representa um tipo de estratégia evolutiva. Em um contexto no qual os organismos se enfrentam, por exemplo, competindo pelos mesmos recursos e parceiras sexuais, cada um adota estratégias diferentes para alcançar seus objetivos. Nem sempre uma briga acirrada na qual um morre e o outro permanece vivo, embora bastante debilitado em decorrência dos ferimentos, pode ser uma boa estratégia. Um terceiro organismo que não participou da briga, mas apenas adotou a estratégia de esperar pelo resultado do confronto, pode ser o maior beneficiado, pois estará em melhores condições físicas para se alimentar e acasalar. Se todos os organismos dessa espécie adotassem estratégias violentas como a descrita, o resultado não será o aumento, mas a diminuição da sua aptidão, tendo em vista que o resultado será ruim para todos. O mesmo ocorreria se todos adotassem a estratégia de esperar pelo resultado do confronto, pois a quantidade de concorrentes poderia aumentar excessivamente, o que ensejaria novamente uma postura violenta que, como já foi explicado, não representa uma boa estratégia.

Se todos os participantes deste jogo evolutivo fossem conscientes e confiáveis o suficiente para a manutenção de um acordo em que todos saíssem ganhando, então a melhor estratégia seria, portanto, evitar o confronto e compartilhar recursos e as fêmeas, escolha semelhante a da opção (a) do dilema dos prisioneiros. Entretanto, não é isso que se vê com frequência. Os organismos, de modo geral, mantêm comportamentos egoístas em relação aos seus concorrentes. Sendo assim, uma EEE é instaurada apenas quando há perdas e ganhos equilibrados para todos os organismos. Se, porventura, algum desequilíbrio vier a acontecer

devido a um comportamento novo selecionado, a tendência é o retorno ao equilíbrio da EEE, mesmo que com uma nova configuração.

Se essa perspectiva é verdadeira (como se pretende), as restrições internas apontadas por Gould perdem importância na determinação do futuro evolutivo de cada população de organismos. Isso porque os limites não são impostos apenas por um plano básico, mas também por uma estratégia, adotada pela maioria, que permite a manutenção equilibrada dos organismos em um ambiente, com um consequente aumento da aptidão.

No entanto, alguém poderia argumentar que uma EEE não interfere, de fato, em nada no que diz respeito ao plano básico (*Bauplan*) e vice-versa, tendo em vista que este faz referência à estrutura anatômica dos organismos e aquele aos seus aspectos comportamentais. Mas, como já foi dito antes, o plano básico não aparece do nada, como algo gratuito, “próximo de um apelo ao misticismo”²⁴; ao contrário, também resulta de um processo de adaptação às exigências ambientais. Sendo assim, o plano básico ou a estrutura anatômica de um organismo já é consequência da adoção de uma EEE anterior. Para ficar mais claro, vamos pensar no exemplo das sequoias, que Dennett também citou com o objetivo de apresentar, à luz de uma EEE, a razão pela qual elas são tão altas. Por que as sequoias são tão altas? Porque elas “enfrentam” um dilema semelhante ao dos prisioneiros, ouso responder. A insistente busca pelos raios do Sol forçou-as a “adotar” um comportamento competitivo entre si, cujo equilíbrio estratégico deu-se com a adoção de uma resposta semelhante à opção (b) do dilema dos prisioneiros. Hoje, as sequoias possuem um plano básico cujas restrições as impedem de seguir qualquer caminho evolutivo, mas esse *Bauplan* é reflexo da EEE adotada para solucionar um impasse evolutivo. As sequoias poderiam ser bem diferentes do que são hoje, se tivessem adotado outra estratégia, a opção (a), por exemplo. O próprio Dennett vislumbra essa possibilidade.

Se ao menos essas sequoias se unissem e entrassem em acordo quanto a algumas restrições de zoneamento sensatas e parassem de competir entre si pela luz do sol, poderiam evitar o problema de desenvolver esses enormes e caros troncos; se mantivessem como pequenos e econômicos arbustos e teriam tanta luz solar quanto antes! (Dennett, 1995, pp. 254 e 255).

Como já foi dito, os organismos tendem a ter um comportamento egoísta. O resultado disso é o reflexo direto no modo como eles se adaptam ao ambiente. Se a “sina” dos prisioneiros é o cumprimento de uma pena de duração média, a das sequoias é a cara

²⁴ Dennett, 1995, p. 277.

manutenção de enormes troncos, mas não apenas como resultado de um plano básico anterior. O que as coloca em um contexto bem particular e com algumas características bem específicas, como descritas anteriormente, é a EEE previamente adotada e seguida pela maioria dos organismos desta espécie arbórea.

Portanto, a compreensão de Gould e Lewontin (1979) atinente ao plano básico dos organismos e às restrições filogenéticas, afirma Dennett, fica incompleta se for ignorado o papel evolutivo desempenhado por uma EEE conectada à teoria dos jogos tal como foi aqui apresentada.

4.3 – A explicação adaptacionista sobre o construtivismo

As teses construtivistas nos levaram a refletir sobre alguns aspectos importantes do processo evolutivo. Duas questões são pertinentes: 1) se o ambiente é, conforme os construtivistas, construído pelos organismos, como não aceitar a tese de que a aptidão também é moldada por esses nichos, tendo em vista que eles modificam as pressões seletivas do ambiente? 2) se os nichos são passados de geração para geração, por que não aceitá-los como um tipo de informação, diferente da genética, que se constitui como uma herança ecológica? Os adaptacionistas, de modo geral, negam as teses construtivistas, enfatizando a herança genética e/ou a análise das adaptações sob o ponto de vista dos genes. Vejamos, então, como essas argumentações se contrapõem às teses construtivistas.

Sabe-se que a herança genética está na base da evolução biológica. Se a herança for entendida apenas sob o ponto de vista genético, como enfatizam os adaptacionistas, então os nichos ecológicos não poderiam ser colocados como um tipo de herança, tal qual pretendem os construtivistas.

Sabe-se, ainda, que cada organismo, por força de suas próprias características, responde às pressões seletivas do ambiente de forma bem particular. Em outros termos, o ambiente seleciona os indivíduos de acordo com suas características vantajosas. Por exemplo: maior capacidade de conseguir alimentos, maior eficiência reprodutiva, maior agilidade na fuga ante o ataque de predadores, dentre outras características. Essas pequenas vantagens lhes garantem uma probabilidade maior de chegar até a fase reprodutiva e repassar sua configuração genética a seus descendentes.

Nesse sentido, não há como entender a herança de informações sem levar em conta uma adequada compreensão dos fatores evolutivos que explicam, minimamente, a aquisição de características vantajosas por parte dos organismos em um determinado ambiente seletivo. Um fator evolutivo de grande relevância são as alterações na frequência dos alelos em uma dada população. Além desse, há a seleção natural, a migração, a recombinação e outros. Todos esses fatores evolutivos atuam sobre uma base genética, contrariando a tese da existência de uma possível herança ecológica. Para facilitar, podemos reunir esses fatores em duas categorias:

- a) fatores que tendem a aumentar a variabilidade genética da população: mutação gênica, mutação cromossômica e recombinação;
- b) fatores que atuam sobre a variabilidade genética já estabelecida: seleção natural, migração e oscilação genética.

A integração desses fatores, associada ao isolamento geográfico, pode levar, no transcurso do tempo, ao aparecimento de novas espécies. Com base no que foi dito até então, é possível estabelecer uma definição geral do que seja um sistema de herança: um sistema de herança diz respeito à herdabilidade com alta fidelidade de traços fenotípicos e/ou informações genotípicas (codificados em DNA), constituídos ao longo de centenas de gerações que mantêm a estabilidade da variação. Os efeitos disso são o favorecimento da aptidão dos indivíduos em um determinado cenário evolutivo ou, simplesmente, por sua neutralidade, a não interferência negativamente na capacidade dos indivíduos de transmitir às gerações subsequentes esses mesmos traços e/ou informações. (Abrantes e Almeida, 2011, pp. 288-290).

Esta definição é o ponto a partir do qual se decidirá o que pode ser enquadrado como herança para os efeitos evolutivos concernentes à “conservação das modificações que ofereçam vantagens” garantidoras da “permanência do mais apto e a extinção dos indivíduos mais atrofiados” (Darwin, 2010).

É neste ponto, precisamente, que aparecem algumas dificuldades teóricas para o construtivismo no que tange à tese de uma possível herança ecológica. Esta, diversamente da herança genética, não depende da presença de replicadores (no caso, ambientais), mas apenas da persistência e da consistência de mudanças físicas causadas por organismos ancestrais (Lewontin, 2002). Além disso, a herança ecológica pode, potencialmente, ser transmitida de qualquer organismo para qualquer outro organismo de um grupo ou espécie. Os próprios

descendentes, inclusive, podem, algumas vezes, modificar o ambiente seletivo de seus ascendentes próximos.

Todos esses aspectos descritos anteriormente e relacionados à herança ecológica são inexistentes no âmbito puramente genético. Defendê-los como uma herança de acordo com os termos postos na definição apresentada acima é uma tarefa bastante complicada. Ainda que os construtivistas não pressuponham a noção de herança, entendem que os organismos não apenas “herdam” informações²⁵ (sejam elas genéticas ou ecológicas), mas também são agentes, nos diversos ambientes, a determinar quais dessas informações devem ser transmitidas às gerações futuras. Em outras palavras, os organismos contribuem para a seleção dos genes que seus descendentes expressam fenotipicamente.

Diante disso, levando em consideração a definição de sistemas de herança indicada no início desta seção e com base nos argumentos de Abrantes e Almeida (2011, pp. 289-290), o termo ‘herança’ nas expressões ‘**herança** genética’ e ‘**herança** ecológica’ – conforme indicado no diagrama do modelo construtivista (página 52) – parece ter significados diferentes em cada expressão. ‘Herança genética’ nos remete às informações que os organismos mais aptos passam a seus descendentes por meio de seu próprio DNA. Contudo, quando se coloca em análise a expressão ‘herança ecológica’, outras referências vêm à tona no que se refere à utilização do termo ‘herança’ para expressar a herdabilidade de informações. Exige-se uma maior flexibilidade no entendimento de alguns conceitos como informação e herança, além da introdução dos conceitos de persistência e de consistência.

Talvez a dificuldade de se aceitar as argumentações construtivistas esteja no fato de que muitos dos seus fundamentos, atinentes a um possível sistema de herança ecológica, são, ora excluídos, ora incorporados pela noção de informações codificadas em DNA. Excluídos, porque a ideia de herança, tal qual definida acima, vincula-se ao pressuposto segundo o qual as informações que um organismo pode transmitir a seus descendentes estão todas elas codificadas em seu DNA, não em nichos. Incorporados, porque os comportamentos relacionados ao *saber-como* construir nichos são aprendidos, ou transmitidos de uma geração para outra, porque a seleção natural, atuando sobre uma base genética, possibilitou uma constituição fenotípica em que a aprendizagem ou a transmissão de comportamentos fossem possíveis.

²⁵ O sentido do termo ‘informação’ é o mesmo do de herança, conforme definição apresentada nesta seção.

Com base no que foi dito, pode-se dizer, então, que sem os genes, nenhuma habilidade de construir nichos, por exemplo, seria possível. Para ficar mais claro, apresento aqui a definição de ambiente dado por Helena Cronin (2005, p. 21):

[Ambiente] são aqueles aspectos do mundo, e apenas aqueles aspectos do mundo, que os genes fizeram evoluir em seu benefício. O resto do mundo não faz parte de qualquer ambiente. Das maneiras potencialmente infinitas de ter acesso aos recursos do mundo, os genes servem-se das adaptações dos organismos para esculpir subconjuntos [de acessos] que os organismos podem explorar para resolverem seus problemas adaptativos.

Por ‘aspectos do mundo’ entende-se, segundo Cronin, qualquer elemento (físico, comportamental ou cultural) que contribua para a solução dos problemas adaptativos que os organismos enfrentam. Evidentemente, essa definição de ambiente está amplamente vinculada a uma análise das adaptações centrada nos genes; e é exatamente essa análise o que possibilita uma explicação do ambiente também centrada nos genes. Considerando-se essa perspectiva correta, os ambientes são criados em decorrência de específicas adaptações dos organismos; e só com referência a essas adaptações é que se torna viável pensar em ambientes seletivos. Isso porque, segundo Cronin, “sem os genes para especificar o que constitui um ambiente, os ambientes não existiriam.” (Cronin, 2005, p. 22). Seria impossível, por exemplo, definir as propriedades de um ambiente, partindo estritamente dos elementos físicos que o compõem. Para defini-las corretamente, é necessário sempre levar em conta os aspectos ligados à adaptação dos organismos que se utilizam desses recursos físicos.

Nesse sentido, o ambiente de um organismo poder ser bastante diferente do de outro; até mesmo machos e fêmeas de uma mesma espécie podem ter ambientes diferentes. O que determina isso é o quão e de quais regularidades ambientais (físicas, comportamentais ou culturais) os genes se utilizam para resolver os problemas adaptativos dos organismos. Assim, acrescenta Cronin, os ambientes, os organismos e suas experiências só podem ser entendidos corretamente sob o ponto de vista dos genes. Mas isso não significa que a relação entre genes, organismos e ambientes se dá apenas em uma única direção.

Os genes respondem às experiências dos organismos no mundo. A experiência regula quais genes são expressos e quando. A temperatura ambiental ou uma face sorridente pode provocar (*trigger*) uma reação em cadeia de genes, ativando alguns e desativando outros. Assim, os genes são

vulneráveis às experiências; eles estão à mercê dos eventos no mundo exterior. (Cronin, 2005, p. 23).

Se por um lado são os genes que possibilitam a ocorrência de adaptações em diferentes ambientes nos quais os organismos têm experiências, por outro lado, as experiências dos organismos possibilitam a ativação ou não de determinados genes. Isso significa dizer que as características dos organismos que resultam de processos adaptativos incluem, também, as suas experiências no ambiente. Elas são parte do projeto e, conseqüentemente, parte das especificações dadas pelos genes na configuração fenotípica dos organismos (Cronin, 2005). A linguagem humana, por exemplo, só aparece como característica de uma pessoa, se esta pessoa, desde seu nascimento, estiver inserida em um ambiente cultural em que a linguagem é incentivada. Em outros termos, um recém-nascido humano normal possui a capacidade para o uso da linguagem já codificada em seu DNA, entretanto, a habilidade para a linguagem só aparecerá se o ambiente desta criança tiver incentivos para o aparecimento desta habilidade.

O construtivismo, então, esbarra em, pelo menos, dois grandes problemas: um deles é a dificuldade de se fundamentar a ideia de que os nichos construídos são sistemas de herança; e o outro – decorrente do primeiro – refere-se ao fato de que, em biologia evolutiva, tem-se o pressuposto, amplamente aceito, de que as informações passadas às gerações futuras estão codificadas em DNA. Uma represa construída por um castor, por exemplo – voltando à discussão sobre o conceito de herança aplicado ao construtivismo; com base em Abrantes e Almeida (2011) – pode ser persistente e consistente o suficiente para modificar as pressões seletivas de um ambiente; porém, a represa em si mesma, não se constitui como uma informação que pode ser transmitida às gerações subsequentes, muito menos se replica como o DNA. Os autores acima sugerem que essa represa e outras construções são **legados** ecológicos. O conceito de legado, segundo Abrantes e Almeida, é flexível o suficiente para incorporar a perspectiva construtivista (persistência e consistência ambientais), mas diferencia-se substancialmente do conceito evolucionista de herança como informação codificada em DNA.

Com base nessas referências, os adaptacionistas logo diriam que a informação de como construir represas está codificada no DNA dos castores porque esse comportamento é parte de sua configuração fenotípica, resultante, conforme Cronin, das maneiras potencialmente infinitas dos genes terem acesso aos recursos do mundo. A capacidade para construir represas, portanto, é herdável nos termos indicados pelo conceito de sistema de

herança anteriormente exposto, mas se os castores não estiverem em um ambiente propício, jamais poderiam adquirir a habilidade de construí-las.

O ponto de vista de Cronin (2005) está muito próximo da proposta do fenótipo estendido de Dawkins (1999). Sob a perspectiva do gene egoísta, Dawkins entende que os efeitos fenotípicos dos genes devem ser vistos de forma ampliada, ultrapassando os limites corporais e comportamentais dos organismos. Ele apresenta o teorema central do fenótipo estendido com a seguinte sentença: um comportamento animal tende a maximizar a sobrevivência dos genes ‘para’ esse comportamento, quer aqueles genes se encontrem ou não no corpo do animal em particular que apresenta tal comportamento. (Dawkins, 1999, p. 233). Embora ele acentue o comportamento dos organismos, seu teorema também vale para qualquer outra característica fenotípica como a cor da pele, o tamanho, a forma, enfim, todos os efeitos possíveis que os genes podem provocar no ambiente.

Dawkins parte do princípio de que a seleção natural não atua diretamente sobre os genes, mas sobre os efeitos fenotípicos desses genes.

O DNA encontra-se fechado num casulo de proteínas, enfaixado por membranas, protegido do mundo e invisível para a seleção natural. Se a seleção tentasse escolher diretamente moléculas de DNA, seria difícil identificar algum critério que permitisse fazê-lo. Todos os genes parecem iguais, assim como todas as fitas-cassete parecem iguais. (Dawkins, 2007, p. 393).

Com isso, Dawkins quer deixar claro que a seleção natural atua de forma indireta, favorecendo aqueles genes que melhor manipulam o mundo – com o intuito de garantir sua propagação nas diferentes configurações das máquinas de sobrevivência dos genes (os corpos dos organismos mais aptos). À medida que há a seleção dos melhores efeitos fenotípicos, os genes que os manifestam são também selecionados. Isso significa que as unidades fundamentais da seleção natural são os replicadores e os veículos, sendo que estes últimos não se replicam, apenas se empenham para difundir seus replicadores. Ambos, evidentemente, são igualmente importantes.

O fenótipo estendido, portanto, diz respeito a todos aqueles fenômenos do mundo que só existem porque há genes que os possibilitam existir. Qual é o fenótipo dos castores, por exemplo? Com uma resposta simples, pode-se dizer: a cor do pelo, o formato do corpo, seus dentes afiados, sua habilidade aquática etc. Dawkins ainda acrescentaria a esse rol de

características as árvores cortadas, as represas por eles construídas e outras mais. As represas dos castores, por exemplo, existem apenas porque há genes que, manipulando o mundo, permitiram que máquinas fossem criadas para, dentre outras coisas, construírem tais represas. Isso se deu porque, ao longo de uma história evolutiva, houve a seleção positiva desse genótipo.

Se a proposta do fenótipo estendido está correta, os nichos construídos devem ser analisados sob outra perspectiva. Eles deixariam de ser construções que alteram as pressões seletivas de um ambiente local e que podem ser herdadas pelas gerações futuras (como defendem os construtivistas). Nem mesmo poderiam ser classificados como legados ecológicos, conforme indicado por Abrantes e Almeida (2011). Os nichos construídos seriam, na verdade, manifestações fenotípicas dos genes, componentes dos diferentes organismos. Consequentemente, os ambientes só poderiam ser corretamente definidos, se os genes fossem colocados como a principal referência. Referência a partir da qual os ambientes se apresentam como fenótipos estendidos. Dessa forma, o próprio conceito de nicho construído perderia muito de sua importância. Esse conceito, provavelmente, teria que ser substituído por manifestações fenotípicas de um genótipo.

Há ainda, como já foi possível observar anteriormente, outras dificuldades vinculadas à tese construtivista de uma possível herança ecológica sem replicadores. Elas se referem à direção da herança:

- a) a possibilidade de transmissão de um nicho ecológico para um organismo sem qualquer relação parental (genética) com o organismo que o construiu;
- b) a direção inversa da herança (da prole para os genitores), tendo em vista que há a possibilidade de os descendentes modificarem o ambiente seletivo de seus ascendentes próximos.

Aparentemente, não há qualquer mecanismo que garanta a herdabilidade ecológica dentro da proposta construtivista. Isso a afasta, em certa medida, do que se entende por evolução, tendo em vista que a herança é uma condição necessária para a constituição de um processo evolutivo. Pensar um nicho construído como um legado para as gerações futuras, também não resolveria o problema para os construtivistas, já que a definição de herança dada anteriormente não inclui o legado como uma possibilidade. Embora essas críticas recaiam sobre a proposta construtivista, não há dúvida de que o construtivismo acentuou uma importante característica da complexa relação existente entre os organismos e o ambiente sob o ponto de vista da evolução.

Vimos, pois, nesta primeira parte desta dissertação a apresentação de um panorama sobre as discussões em torno da perspectiva adaptacionista, desde sua primeira formulação com Darwin, em contraponto com as propostas de biólogos e filósofos não adaptacionistas. A metodologia de abordagem dessa temática foi semelhante a de um debate. Inicialmente, foram assinaladas as ideias defendidas pelo programa adaptacionista, bem como as consequências dessas ideias para o entendimento do processo de adaptação dos organismos. Em seguida, foi desenvolvida uma réplica que mostrou algumas das críticas que este programa vem recebendo – formuladas *pari passu* com as primeiras abordagens da proposta adaptacionista – por parte de vários biólogos e filósofos que consideram as explicações adaptacionistas pouco confiáveis (construtivistas, neutralistas, dentre outros), acentuando as dificuldades teóricas, práticas, metodológicas etc. detectadas em várias histórias (ou historietas) com as quais os adaptacionistas pretendem fornecer explicações plausíveis do processo que envolve a evolução das espécies. Por fim, tivemos uma tréplica na qual os teóricos dos adaptacionismo apresentam suas respostas às críticas recebidas, mostram os problemas das outras abordagens e expõem as razões que dariam crédito às suas explicações, reformuladas com base nas inúmeras críticas sofridas ao longo de décadas de discussão.

Evidentemente, essa contenda não ficou aqui resolvida, e ainda há muito que se discutir para que várias outras arestas desse embate sejam aparadas. No entanto, todos aqueles pontos divergentes e concordantes, evidenciados nesta primeira parte, nos encaminham para outra perspectiva de análise dessa discussão, que diz respeito ao seu *status* dentro do contexto das explicações em biologia evolutiva. Essa perspectiva, claramente, ensejará no papel dessas explicações, ou o que as caracteriza. Essas são as balizas que delinearão a segunda parte deste trabalho. Entretanto, antes de dar início à segunda parte é importante, por uma questão metodológica, complementar a discussão desta primeira parte, apresentando uma possível classificação dos teóricos e das posições já apresentadas, conforme proposta de Godfrey-Smith (1998).

5 - UMA CLASSIFICAÇÃO POSSÍVEL

A discussão em torno do programa adaptacionista mostrou várias perspectivas, por vezes contraditórias e, por outras, complementares que permeiam a análise metodológica em pauta. Para que essas perspectivas fiquem mais bem visualizadas é importante classificá-las, conforme as contribuições de cada um dos autores apresentados. Peter Godfrey-Smith (1998) as organizou em três tipos ou padrões explicativos básicos com os quais é possível identificar as referências por elas utilizadas e aqui expostas. São eles: o externalismo, o internalismo e o construtivismo.

O externalismo baseia-se na tese de que é possível explicar as propriedades internas dos organismos em termos das propriedades ambientais. É neste tipo teórico que Godfrey-Smith inclui o adaptacionismo, o empirismo e o associacionismo. No internalismo há o entendimento de que um conjunto de propriedades internas é mais bem explicado em termos de outras propriedades internas. Nessa perspectiva inserem-se discussões sobre o plano básico dos organismos (*Bauplan*) ou as restrições filogenéticas e ontogenéticas, por exemplo. Por fim, o construtivismo explica as propriedades ambientais em termos das propriedades dos organismos.

Segundo Godfrey-Smith, o externalismo se subdivide ainda em duas vertentes, que podem ser classificadas como de tipo fraca, ou c-externalista; e de tipo forte, ou externalismo assimétrico. A c-externalista entende que as propriedades dos organismos decorrem das propriedades ambientais, mas não nega a possibilidade do ambiente, em parte, ser explicado pelas propriedades dos organismos, embora a negligencie por considerá-la pouco importante, em termos explicativos. Já o externalismo assimétrico compartilha da tese c-externalista, mas é menos flexível por negar, explícita ou implicitamente, que haja qualquer dependência do ambiente em relação aos sistemas orgânicos. Em outros termos, não existe, para essa vertente, a menor possibilidade de se explicar o ambiente com base em propriedades dos organismos. Isso porque o externalismo assimétrico assevera que o ambiente é fixo ou é governado por uma dinâmica intrínseca própria, de tal maneira que os organismos em nada interferem nessa dinâmica ou em qualquer tipo de mudança ambiental que venha a acontecer. Porém, os organismos são dependentes desse ambiente no que diz respeito à sua sobrevivência e, inclusive, as suas características fenotípicas. Nesse sentido,

Uma visão externalista assimétrica de um sistema orgânico assegura que, enquanto o sistema orgânico é, em algum aspecto, controlado pelas propriedades ambientais, o ambiente ou é fixo, ou é regido por sua dinâmica intrínseca própria. O ambiente segue seu próprio caminho e o sistema orgânico o acompanha. (Godfrey-Smith, 1998, p. 132).

Entretanto, Godfrey-Smith entende que essa perspectiva apresenta muitas falhas e não dá conta de explicar adequadamente o papel desempenhado pelos sistemas orgânicos em sua relação com os ambientes. Com base nessas referências, ele apresenta, então, as críticas ao externalismo assimétrico em três linhas:

- (i) visão desacoplada - organismos e ambiente possuem propriedades intrínsecas próprias que os tornam relativamente independentes um do outro, de tal maneira que cada espécie evolui de acordo com suas propriedades sem qualquer influência do ambiente.
- (ii) interacionismo - afirma haver uma clara relação de mão dupla entre ambiente e organismo, de tal maneira que as propriedades dos organismos também podem ser explicadas em termos das propriedades do ambiente e vice-versa. Nesse sentido, acolhe elementos das posturas externalista, internalista e construtivista.
- (iii) construtivismo assimétrico - é o extremo oposto do externalismo assimétrico e defende o pressuposto de que os organismos se desenvolvem de acordo com seus próprios princípios internos e são determinantes da configuração do meio em que vivem, de maneira que qualquer ambiente é resultado da ação direta dos organismos, já que eles o constroem.

Essas correntes permitem marcar as dificuldades ou as falhas do externalismo assimétrico que, segundo Godfrey-Smith, devem ser superadas. Desconsiderar, por exemplo, o papel que as estruturas intrínsecas de um sistema desempenham quando filtram ou transformam os estímulos externos recebidos, pode gerar uma dificuldade em entender o comportamento deste sistema. Saber como são os impactos do mundo sobre um sistema, por exemplo, jamais será o mesmo que saber o que é necessário levar em conta para prever o comportamento de um sistema, tendo em vista que “os estímulos ambientais podem funcionar como um mero combustível ou desencadeador (*trigger*), ao invés de um agente direcionador.” (Godfrey-Smith, 1998, p. 134).

Ao desconsiderar os aspectos internos de um sistema, o externalismo assimétrico compactua com abordagens behavioristas pautadas em teorias de aprendizagem por reforço

que também desconsideram a estrutura interna dos sistemas. No campo da biologia, esse tipo de compreensão está a cargo dos adaptacionistas quando da tentativa de formular explicações, com base nos fenótipos dos organismos e nas pressões ambientais, que depois são generalizadas para dar conta de uma variedade de mecanismos genéticos subjacentes. Mas isso não implica dizer que essas explicações são completamente equivocadas, elas podem funcionar, segundo Godfrey-Smith, quando se supõe um acoplamento bidirecional entre os sistemas orgânicos e o ambiente. Por um lado, os estímulos ambientais determinam o que os organismos fazem e, por outro, a ação dos organismos tem impacto sobre o ambiente. De modo geral, os adaptacionistas não negam a influência dos organismos sobre o ambiente, apenas a negligenciam, pois entendem que as ações dos sistemas orgânicos têm pouco peso para o entendimento do processo evolutivo, perspectiva que se vincula à vertente c-externalista. Em contrapartida a essa postura, estão aqueles filósofos e biólogos preocupados com o papel desempenhado pelos aspectos internos dos sistemas em evolução, representantes de uma visão internalista.

Seguindo a proposta de Godfrey-Smith, e buscando alcançar os objetivos desta dissertação, foram destacados na discussão acerca do panorama adaptacionista (primeira parte) apenas os confrontos teóricos entre as correntes (ii) e (iii) – representadas, dentre outras, pelas críticas de Gould e Lewontin no que tange às restrições internas e às canalizações do desenvolvimento, bem como ao construtivismo – contra o externalismo assimétrico, caracterizado aqui pelo adaptacionismo. As argumentações resultantes deste confronto são relativamente esclarecedoras, permitindo-nos situar cada uma das propostas que envolvem o debate em pauta dentro dos tipos explicativos indicados por Godfrey-Smith.

É certo que qualquer classificação envolve uma série de problemas, principalmente quando os elementos de uma taxonomia são explicações. Godfrey-Smith sabe disso e entende que as dificuldades são muitas em determinar com precisão onde se situa cada teórico. Uma explicação pode muito bem ter elementos tanto internalistas quanto externalistas, mas a importância que essa explicação dá aos fatores internos ou externos como elementos explicativos de um determinado fenômeno é o que possibilita colocá-la em seu “devido” lugar, pois, do contrário, poderíamos cair em um interacionismo global, posição pouco confortável diante de uma pluralidade de explicações em biologia evolutiva.

Como exemplo do que foi dito anteriormente, Godfrey-Smith cita a teoria evolucionista dos jogos de Maynard-Smith²⁶ que, embora seja de uma vertente adaptacionista,

²⁶ Conforme abordagem apresentada na seção 4.2 desta dissertação.

não descarta a possibilidade de a influência ser de dupla direção (ambiente/organismo e organismo/ambiente). Isso significa que o comportamento dos sistemas orgânicos contribui para a configuração das propriedades do ambiente, na medida em que a adoção de uma estratégia qualquer afeta o modo como os outros indivíduos deverão agir. Então, se alguns aspectos do internalismo são compartilhados por pensadores externalistas, “o ponto mais importante aqui é que o externalismo assimétrico pode ser descartado sem descartar o externalismo em geral” (Godfrey-Smith, 1998, p. 137), embora ainda seja possível encontrar a defesa de um adaptacionismo pautado em um externalismo assimétrico.

Seguindo essa linha de entendimento, a crítica desenvolvida por Gould e Lewontin contra o adaptacionismo os coloca próximos à concepção interacionista da relação entre mente e natureza, segundo o pragmatismo desenvolvido por John Dewey e Willian James. Enquanto James salienta as estruturas internas da mente que filtram as experiências, Gould acentua o papel desempenhado pelas propriedades arquiteturais (*Bauplan*) e do desenvolvimento nos sistemas orgânicos, no caso da evolução. Já Dewey e Lewontin concentram suas críticas nas assimetrias existentes no empirismo, para um, e no adaptacionismo, para o outro. Ambos têm a concepção de que as modificações no ambiente, ou as construções, são atividades básicas dos sistemas orgânicos (Godfrey-Smith, 1998, p. 138).

Gould, portanto, pode ser classificado como um internalista *stricto sensu*, já que sua preocupação está voltada para os aspectos estruturais dos sistemas orgânicos. Em outros termos, a evolução desses sistemas só pode ser entendida corretamente se forem consideradas as influências do plano de construção dos sistemas orgânicos que canalizam o desenvolvimento desses sistemas. Evidentemente, Gould não descarta a possibilidade de algumas características internas dos organismos serem explicadas em função das condições ambientais nas quais eles se inserem e, nesse sentido, ele dá o devido valor à seleção natural como um processo evolutivo. Entretanto, o peso que ele atribui aos aspectos internos dos sistemas orgânicos é definitivo para colocá-lo como um internalista.

Lewontin, por sua vez, tem o foco na construção de nichos como principal explicação da evolução das espécies. Mas isso não significa dizer que sua perspectiva negligencia o pressuposto de que há uma interação de mão dupla entre os organismos e o ambiente. Dessa forma, é possível notar que alguns dos argumentos de Lewontin contra o adaptacionismo podem ser considerados mais internalistas do que, propriamente, assimétrico-construtivistas. Entretanto, isso não o torna um internalista *stricto sensu* como Gould. Por outro lado, Lewontin também apresenta argumentos de matiz mais forte. É o que se observa quando, no

seu embate contra o adaptacionismo, ele acentua que os organismos foram alienados do ambiente. Segundo Lewontin, essa alienação se deu dentro de uma postura darwiniana na qual as mudanças evolutivas estão à mercê das mudanças ambientais. Diferente disso, ele defende que há uma dependência causal e ontológica entre organismos e ambiente. Em outros termos, não há qualquer processo autônomo acontecendo no ambiente, mas todo ele é um reflexo do comportamento dos organismos, pois não há organismo sem ambiente nem ambiente sem organismo, concepção que o situa como um construtivista forte, mas não exatamente como um construtivista assimétrico (Godfrey-Smith, 1998, p. 142).

O construtivismo forte de Lewontin é referendado por um conjunto de cinco teses, aqui apresentadas resumidamente: os organismos selecionam seus ambientes e determinam o que lhes é relevante. Nessa interação, os organismos alteram o mundo externo, transformam sua estrutura estatística e mudam a natureza física dos sinais externos que se lhes apresentam (Godfrey-Smith, 1998, pp. 143-144).

Embora Lewontin defenda essa visão um tanto quanto radical, ele não compartilha de um posicionamento extremista que tem semelhanças com uma difundida metafísica antirrealista, por assumir o pressuposto de que o pensamento, ou a linguagem, ou mesmo a atividade científica constroem o mundo. Godfrey-Smith chama a atenção para esse problema e acentua sua aversão a posicionamentos extremistas, o que inclui o construtivismo assimétrico em biologia e, como já foi dito, foca sua atenção apenas nas diferenças entre os argumentos internalistas e construtivistas contra a posição externalista assimétrica. Mas também exige atenção para o fato de que muitos dos argumentos formulados contra o externalismo assimétrico são, frequentemente, confundidos com argumentos contrários ao realismo, um equívoco que deve ser evitado (Godfrey-Smith, 1998, p. 141). Com isso, pode ser dito, então, que Lewontin guarda em sua perspectiva tanto aspectos internalistas, quanto construtivistas, mas dando maior ênfase, evidentemente, a este último.

Dawkins e Cronin, como defensores do adaptacionismo, poderiam ser classificados como c-externalistas, pois há muitos aspectos em suas explicações que invocam características internas dos organismos em suas relações com o ambiente. A ideia de um fenótipo estendido, por exemplo, coloca em pauta o longo alcance dos genes como um elemento importante para se entender a evolução. Já Dennett seria um externalista assimétrico, na medida em que aceita a tese de que é a seleção natural que molda (como um engenheiro ou um *bricoleur*) as características dos organismos com base em configurações pré-existentes e em suas *razões* para se alcançar um grau ótimo de adaptação desses organismos em ambientes seletivos específicos.

Embora haja dificuldades nessa classificação proposta por Godfrey-Smith, suas sugestões são de grande valia. Elas facilitam o debate epistêmico que será abordado na próxima parte desta dissertação, à medida que estrutura grupos e/ou subgrupos de perspectivas dentro das discussões que marcam o panorama do programa adaptacionista. Cada grupo ou subgrupo tem certos compromissos metafísicos, epistêmicos e metodológicos, relativos a uma imagem de natureza e a uma imagem de ciência. Esses compromissos direcionam as respostas dos seus defensores a questões como: 1) o que é uma explicação científica? e, 2) o que fazem os biólogos quando explicam as adaptações dos organismos? Como núcleo da discussão a seguir, as questões (1) e (2) serão mais bem analisadas e compreendidas, se a classificação sugerida por Godfrey-Smith também for utilizada como parâmetro para o esclarecimento dos elementos que marcam o panorama da discussão sobre o programa adaptacionista dentro do contexto da biologia evolutiva.

PARTE 2

**O *STATUS* EPISTEMOLÓGICO DAS EXPLICAÇÕES
ADAPTACIONISTAS**

6 - EXPLICAÇÕES ADAPTACIONISTAS

6.1 - Apresentação do problema

A exposição sobre o programa adaptacionista evidenciou os antagonismos entre as diferentes explicações para a evolução das espécies. De um lado estão os adaptacionistas e, de outro, os teóricos que negam a primazia da seleção natural. Esses últimos privilegiam perspectivas como a construção de nichos, a deriva genética, as restrições filogenéticas, dentre outras. Ambos os lados têm o compromisso de produzir boas explicações científicas acerca dos fenômenos biológicos ligados à evolução. Para essa pretensão cabe uma questão que se dirige a qualquer tentativa de explicar os fenômenos do mundo a partir de uma perspectiva científica: o que caracteriza uma explicação científica? Como essa dissertação lida com problemas ligados ao adaptacionismo, a questão deve ser mais específica: o que caracteriza uma explicação adaptacionista? Ou, ainda, qual o *status* epistemológico das explicações adaptacionistas?

As respostas às questões acima não são, evidentemente, simples. Há muitos aspectos que devem ser levados em conta para que elas sejam bem elaboradas. Essas respostas devem estar relacionadas, por exemplo, a uma prática difundida em uma comunidade de indivíduos altamente especializados que acreditam produzir um tipo de conhecimento bem diferente do senso comum, da religião e dos mitos. Nesse sentido, o vínculo com um conjunto de condições mínimas garantidoras de um modo de explicação que quase todos dessa comunidade científica entendem como aceitáveis, torna-se uma exigência para elaboração das respostas às questões em foco.²⁷ Segundo Rosenberg (2009, p. 42), essas condições devem ser individualmente necessárias e conjuntamente suficientes para que, de fato, uma explicação seja tida como científica, isto é, fundamentada em conhecimentos bem estabelecidos.

A formulação de respostas a essas questões torna-se mais complicada quando presume-se que a biologia é um tipo de ciência diferenciada das demais; uma ciência única, nas palavras de Mayr (2005), que ficou desapontado quando percebeu que a tradicional filosofia da ciência “era toda ela baseada em lógica, matemática e ciências físicas e que

²⁷ Aqui há a referência a certo tipo de metodologia aceita e aplicada no âmbito da comunidade científica que, dentre outras coisas, contempla testes empíricos que justificam ou falseiam as hipóteses formuladas; que se compromete com certos parâmetros filosóficos e, especialmente, metafísicos; e que ainda permita a formulação de explicações com poder preditivo, heurístico etc.

adotara a conclusão de Descartes de que um organismo nada mais é que uma máquina.” (Mayr, 2005, p. 18). Essa perspectiva revela um dado curioso que marcou fortemente os filósofos e cientistas que se ocupavam com o *status* das explicações científicas: a filosofia da ciência se estruturou com base na crença de que todas as ciências possuíam certo grau de equivalência quanto aos seus fundamentos filosóficos e, como a maioria desses pesquisadores tinham um compromisso metafísico com o mecanicismo, a biologia também foi analisada com base nessa referência (Mayr, 2005, pp. 34-35). Essa postura, acrescenta Mayr, dificultou o reconhecimento da biologia como ciência genuína, tendo em vista a dificuldade de encontrar leis biológicas que permitiriam aproximá-la dos moldes explicativos das ciências físicas. Uma das alternativas, então, seria reduzir a biologia à física. Sobre esse quesito, Sober também defende uma visão não reducionista da biologia:

Mesmo se as coisas vivas são feitas de matéria e nada mais, a verdade é que o vocabulário da biologia difere radicalmente do da física. [...] Embora o domínio da biologia ocorra dentro do domínio da física, o vocabulário da biologia e o da física têm pouca sobreposição. (Sober, 2000, p. 25).

Apenas com essa diferenciação simples entre biologia e física já é possível vislumbrar uma discussão interessante, referente ao fato de os biólogos apresentarem, em suas explicações, um vocabulário próprio que não se confunde com o da física. Essa discussão fica ainda mais interessante quando são introduzidas outras distinções que não se resumem apenas ao vocabulário. A biologia evolutiva tem, por exemplo, um caráter histórico. Entretanto, o próprio Sober (2000, pp. 14-15), quando trata das explicações históricas e das fundamentadas em leis gerais, parece deixar entendido que essas diferenciações relativas ao modo de elaborar explicações científicas não são autoexcludentes. Em última instância, elas podem complementar-se e produzir explicações bem mais promissoras. Vejamos nas seções a seguir, o contexto filosófico e metodológico em que esses tópicos foram pensados e analisados e o lugar da biologia nesse cenário.

6.2 - Explicações em biologia evolutiva

É importante iniciar esta seção retomando o conceito de explicação científica apresentado na introdução deste trabalho. Explicar cientificamente consiste em formular hipóteses, que estejam de acordo com os conhecimentos científicos bem estabelecidos, para

responder questões sobre o porquê de um dado fenômeno acontecer de uma forma e não de outra; em determinadas condições e não em outras. Decerto, essa conceituação não abarca todas as nuances envolvidas no processo científico de explicar os fenômenos, mas ela resulta de uma longa discussão sobre o *status* desse processo, que tentou – e ainda tenta – diferenciá-lo de outras explicações, comumente utilizadas no âmbito da religião, dos mitos e do senso comum, por exemplo. Discussão essa que já está presente na filosofia clássica, mas que apenas no século XX começou a apresentar uma roupagem mais sofisticada, elaborada a partir de contribuições vindas desde Descartes até o Círculo de Viena. Sem ainda nos preocuparmos com os diferentes pressupostos filosóficos dessa discussão, vejamos se as condições por ela estabelecidas são satisfatórias para indicar quando uma explicação é fértil.

Pensemos na seguinte explicação relatada pelo psicólogo estadunidense David Barash,²⁸ em 1976, sobre a agressividade dos pássaros azuis da montanha (*Sialia sialis*) durante o período de reprodução. Em seu experimento, Barash colocou, em três ocasiões distintas dentro de intervalos de dez dias, um modelo macho de *Sialia sialis* próximo aos ninhos de dois casais dessa espécie no momento em que os machos saíam para forragear. A primeira ocasião foi antes de as fêmeas terem postos seus ovos e, as duas últimas, depois disso. Ele registrou, então, as abordagens agressivas dos machos de cada ninho direcionadas tanto para o modelo quanto para suas respectivas parceiras. Na primeira ocasião, em ambos os ninhos, a agressividade direcionada ao modelo era bastante alta, ao passo que, à fêmea, era baixa. Nas duas outras ocasiões a agressividade direcionada ao modelo foi diminuindo de forma constante e quase se extinguiu em relação à fêmea. Barash entendeu, então, que esse comportamento faz muito sentido em termos evolutivos. Os machos seriam bem mais sensíveis à presença de intrusos antes das fêmeas terem postos seus ovos do que após a postura, pois, teoricamente, seus genes estariam garantidos na próxima geração. Segundo Barash,

O resultado é consistente com as expectativas da teoria da evolução. Assim, a agressão direcionada ao macho intruso (o modelo) seria, claramente, especialmente vantajosa no início da temporada de reprodução, quando o território e os ninhos são, normalmente, defendidos... A agressiva resposta inicial à fêmea acasalada é também adaptativa, já que, dada uma situação que sugere uma alta probabilidade de adultério (isto é, a presença do modelo próximo à fêmea) e supondo que as fêmeas de reposição estão disponíveis, a obtenção de uma nova companheira aumentaria a aptidão dos machos... O

²⁸ Conforme recorte apresentado por Gould e Lewontin (1979, pp. 588-589).

declínio da agressividade macho-fêmea durante as fases de incubação e de cuidados primários com a cria (*fledgling*) poderia ser atribuído à impossibilidade de ser traído após os ovos terem sido postos... Os resultados são consistentes com a interpretação evolutiva. (Barash, 1976, *apud* Gould e Lewontin, 1979, p. 588).

As críticas de Gould e Lewontin direcionadas a esse tipo de explicação já foram mencionadas na primeira parte desta dissertação. A hipótese de Barash sobre o comportamento agressivo da espécie *Sialia sialis*, no contexto descrito, seria apenas uma historieta, uma explicação *ad hoc* que “imuniza” a teoria sobre a qual se fundamenta contra outras evidências empíricas e outras hipóteses explicativas que levam em consideração variantes diferentes das adotadas no experimento de Barash (a utilização de um modelo fêmea, por exemplo). Independentemente dessas críticas, e levando em consideração a definição de explicação científica aceita anteriormente como correta, há de se analisar aqui dois aspectos importantes correlacionados à explicação mencionada acima:

- a) se a hipótese de Barash está de acordo com os conhecimentos científicos bem estabelecidos;
- b) se a hipótese de Barash responde questões sobre o porquê daquela espécie de pássaro se comportar daquela forma e não de outra; naquelas condições e não em outras.

Logo no início e ao final da citação, Barash afirma que o resultado de sua pesquisa é consistente com a teoria da evolução. A maneira como ele descreve sua hipótese deixa evidente que “expectativas da teoria da evolução” ou “interpretação evolutiva” referem-se à proposta adaptacionista. Diante disso, cabem os seguintes questionamentos:

- 1) o programa adaptacionista produz conhecimentos científicos bem estabelecidos?
- 2) o que é um conhecimento científico bem estabelecido?

Formuladas as respostas às questões (1) e (2), os créditos necessários para que os itens (a) e (b) também sejam respondidos serão evidenciados e, ainda nos darão um entendimento razoável sobre um problema que permeia toda essa discussão: *o caráter das explicações científicas*. Por uma questão lógica, ainda, a questão (2) tem precedência sobre a (1). Dessa forma, cumpre estabelecer, em primeiro lugar, os referenciais teóricos que subsidiarão a resposta à questão (2).

Embora a resposta à questão (2) exija um grande número de referências a elementos de cunho epistemológico, metodológico, metafísico, dentre outros, não é o caso expô-los aqui,

cada qual com suas nuances. Há de se oferecer apenas alguns referenciais básicos, mas serão suficientes para os propósitos dessa discussão. Em poucas palavras, um conhecimento científico bem estabelecido é aquele aceito pela comunidade científica, em razão de seus valores cognitivos que possibilitam avaliar explicações sobre os fenômenos do mundo com base em procedimentos metodológicos instituídos por esta mesma comunidade. Por valores cognitivos, entende-se aqui, a) a relevância; b) a possibilidade de submissão a teste; c) a compatibilidade com outras hipóteses bem estabelecidas; d) os poderes preditivo (ou explicativo) e heurístico; e e) a simplicidade. (Copi, 1978, pp. 386-391).

O caminho que se nos apresenta agora é verificar se o adaptacionismo, de fato, produz conhecimentos bem estabelecidos, isto é, com todos os valores cognitivos apresentados acima; e se produz boas explicações científicas. Para tanto, não podemos deixar de buscar auxílio em alguns parâmetros que foram aceitos depois de uma longa discussão em filosofia da ciência, estimulada pelas contribuições do positivismo lógico, mais especificamente, nos trabalhos desenvolvidos pelo filósofo da ciência Carl Hempel. Com o intuito de fornecer um conceito mais preciso e filosoficamente bem fundamentado de explicação científica, Hempel (1974) utiliza-se da ideia de definição explícita como um elemento importante para as explicações científicas. Nessa proposta, uma explicação deve possuir frases que desempenham a função de explicar (*explanans*) e as que se referem ao evento a ser explicado (*explanandum*). Geralmente, o *explanans* contém leis e requer condições de contorno ou condições iniciais (descrição dos fatores relevantes relativamente a uma dada hipótese) atinentes a um fenômeno particular a ser explicado. Do *explanans* (leis + condições de contorno) deduz-se o *explanandum* (fenômeno a ser explicado). Embora Brandon – um autor cujas opiniões muito contribuíram para esta dissertação – seja um pouco reticente quanto à utilização desse modelo de explicação, muitos filósofos contemporâneos ainda o entendem como aceitável.

Para esse modelo de explicação, Hempel (1974, p. 68) aponta ainda algumas exigências formais concernentes a sua estrutura argumentativa:

- 1) deve ser um argumento dedutivo válido;
- 2) dentre as premissas, a partir das quais é derivada a conclusão, deve haver, pelo menos, uma lei geral;
- 3) as premissas do *explanans* devem possuir um conteúdo empírico;
- 4) as proposições do *explanans* devem ser verdadeiras.

Essas exigências garantem que uma explicação, de fato, cumpra sua função, à medida que “ajusta o fenômeno a ser explicado num contexto de uniformidades e mostra que sua ocorrência devia ser esperada, dada as leis mencionadas e as pertinentes circunstâncias particulares.” (Hempel, 1974, p. 68). Esse é o esquema de explicação que ficou amplamente conhecido como dedutivo-nomológico (D-N), cuja forma apresentada por Hempel (1974, p. 69) está esboçada a seguir:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{D-N} & \left. \begin{array}{l} L_1, L_2, \dots, L_r \\ C_1, C_2, \dots, C_k \end{array} \right\} & \text{Sentenças } \textit{explanans} \\
 & \underline{E} & \text{Sentença } \textit{explanandum}
 \end{array}$$

Hempel defende que este deve ser um argumento dedutivo válido, cuja conclusão é expressa na sentença E , derivada logicamente das premissas constituídas por leis gerais L_1, L_2, \dots, L_r e por outras sentenças C_1, C_2, \dots, C_k que trazem informações sobre fatos particulares.²⁹ As exigências formais e a estrutura lógica desse argumento dedutivo, contudo, não impedem a possibilidade de se formular um argumento com essa estrutura no qual a lei geral encontra-se de forma implícita em alguma sentença do *explanans*. “São explicações às vezes expressas na forma ‘ E porque C ’, onde E é o evento a ser explicado e C algum evento ou estado de coisas antecedente ou concomitante a E .” (Hempel, 1974, p. 71). O enunciando ‘as juntas de dilatação dos prédios são importantes para a prevenção de possíveis trincas e rupturas’, por exemplo, tem como pressuposto as leis referentes à dilatação dos corpos.

Mas o que seria afinal uma lei? Hempel entende que a maioria das leis é quantitativa e estabelece relações matemáticas entre as várias propriedades dos sistemas físicos ou de processos que podem ser quantificados. Sendo assim, elas estabelecem uma relação de necessidade lógica entre as condições iniciais, de um lado, e o *explanandum*, de outro. As leis ofereceriam, portanto, uma espécie de cimento causal. Além disso, são expressas em enunciados de forma universal do tipo “onde e quando ocorrerem condições de uma espécie F , então, sempre, e sem exceção, ocorrerão certas condições de outra espécie G .” (Hempel, 1974, p. 73). Pode-se dizer, então, que a sentença: ‘todo corpo (sólido ou líquido) dilata quando há aumento de sua temperatura’ tem a forma de uma lei. Porém, nem toda sentença da forma universal, tal qual apontado por Hempel, expressa uma lei. A afirmação: ‘todos os

²⁹ Esta mesma forma foi exposta na página 64 desta dissertação como um exemplo do que seria uma explicação adaptacionista. Mas há de se observar que o exemplo da página 64, ao menos explicitamente, não cumpre a exigência formal (2) acima, o que traz à tona a interessante discussão sobre a existência ou não de leis em biologia, tema que ainda será discutido.

objetos que se encontram sobre a mesa de estudo de um mestrando são livros’, por exemplo, tem a forma universal, mas jamais poderia ser encarada como uma lei.

Para superar esse impasse, Hempel lança mão dos condicionais contrafactuais, enunciados da forma ‘se *A* fosse (tivesse sido) o caso, então *B* seria (teria sido) o caso’, em um contexto no qual *A*, de fato, não foi o caso (Hempel, 1974, p. 75). Pensemos, então, sobre os seguintes enunciados contrafactuais:

- a) se a temperatura deste corpo tivesse sido aumentada, então ele teria se dilatado;
- b) se este objeto estivesse sobre a mesa de estudo de um mestrando, então este objeto seria um livro.

Evidentemente, a sentença (a) é um condicional contrafactual que pode ser sustentado pelas leis da termodinâmica. Essas leis asseguram, dentre outras coisas, que quando há o aumento da temperatura de um corpo (sólido ou líquido), aumenta também a agitação das partículas que o compõem. Isso, de modo geral, faz crescer tanto a amplitude da vibração das moléculas quanto a distância média entre elas, ocasionando o aumento das dimensões do corpo aquecido. Sendo assim, uma explicação com base nesses dados obedeceria todas as quatro exigências formais apontadas anteriormente. Já a sentença (b) é um condicional contrafactual que não pode ser sustentado pelo enunciado ‘todos os objetos que se encontram sobre a mesa de estudo de um mestrando são livros’, pois esse enunciado não passa de uma generalização acidental. Com isso, mais algumas características devem ser acrescidas à definição de lei: a de que ela pode sustentar condicionais contrafactuais, como também condicionais subjuntivos semelhantes à sentença: ‘se um corpo vier a ter a temperatura aumentada, então ele também terá suas dimensões dilatadas’. Essas referências acentuam a importância da exigência formal (2) como critério relevante para as explicações científicas. Permitem ainda que essas explicações façam previsões sobre os fenômenos com base nessas leis e apontam os critérios para se definir as leis genuínas que, por sua vez, seriam de duas formas:

- i) leis fundamentais, cujo âmbito de aplicabilidade é ilimitado, sem restrições espaço-temporais e sem qualquer referência a objetos particulares, como as leis de Newton, teoricamente, válidas para todo o universo;
- ii) leis derivadas, cujo âmbito de aplicabilidade é limitado e restrito, como as leis de Kepler que fazem menção direta ao sol. (Lorenzano, 2011, p. 58).

As do tipo (ii) devem ser derivadas ou deduzidas logicamente das do tipo (i). Nesse sentido, as leis estariam interligadas e, nessa perspectiva,

as regularidades que constituem as leis da natureza são aquelas expressas por axiomas e teoremas de um sistema dedutivo ideal do nosso conhecimento do mundo e, em particular, de um sistema dedutivo que atinge o melhor equilíbrio entre simplicidade e força. A simplicidade é necessária porque ela não permite elementos estranhos ao sistema de leis. A força é necessária porque o sistema dedutivo deve ser tão informativo quanto possível sobre as leis que regem o mundo. (Psillos, 2002, pp. 8-9).

Esse modo de encarar as leis envolve uma série de pressupostos metafísicos atinentes, por exemplo, a uma postura realista que entende que há uma estrutura causal no mundo e que devemos confiar nessa estrutura como um elemento imprescindível para nossas explicações. Evidentemente, nem todos os filósofos defendem esse pressuposto, muito menos a ideia de que as explicações devam estar atadas às leis. Apesar desses contrapontos, é difícil admitir que as concepções de causação, leis da natureza e explicação não estejam fortemente unidas. A adoção dessas pressuposições no contexto dessa dissertação é uma estratégia de cunho metodológico e, portanto, não cabe uma discussão especulativa acerca da adoção dessa estratégia.

Não obstante, com base nos critérios de uma explicação científica aceitável, colocados anteriormente, já é possível identificar algumas falhas na explicação de Barash, tendo em vista que sua hipótese não está de acordo com parte desses critérios. Mas um problema nos impede de dar prosseguimento a essa análise: ainda não temos os fundamentos que nos permitiriam afirmar, com certa convicção, que o adaptacionismo fornece explicações bem estabelecidas. Vejamos outras referências que, unidas às já mencionadas, nos permitirão melhor situar as explicações adaptacionistas.

6.3 - Explicações Adaptacionistas Idealmente Completas

O modelo hempeliano de explicação apresentado na seção anterior foi alvo de várias críticas por parte de alguns filósofos da ciência como: Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, entre outros. Todas aquelas exigências formais não poderiam ser consideradas requisitos essenciais para se determinar o que é qualificado como uma explicação científica, diriam

esses filósofos. Embora essas críticas tenham gerado certa resistência em se adotar o modelo D-N, as contribuições de Hempel ainda prestam auxílio ao entendimento do que seja uma explicação científica. É o que bem evidenciam autores como Rosenberg (1985, 2009), Salmon (1996), Kitcher (1999); Sober (2000), Psillos (2002), dentre outros. No âmbito dessa discussão, Brandon (1995) desconsidera boa parte da proposta de Hempel e adota as sugestões de dois filósofos contemporâneos, Philip Kitcher e Wesley Salmon, para desenvolver o que ele chama de ‘Explicações Adaptacionistas Idealmente Completas’ (doravante, EAIC).

Sem desconsiderar a estratégia de Brandon, acredito que as abordagens hempelianas mais contribuem para a estruturação das EAIC do que dificultam. Isso porque elas ajudam a entender que quando as premissas explanatórias de uma explicação, configurada conforme o modelo D-N, são verdadeiras, então ela pode ser identificada como uma explicação do que realmente aconteceu (*how-actually explanation*). A noção de explicação do que realmente aconteceu é bastante utilizada por Brandon em sua abordagem e tem especial relevância em sua tentativa de situar as explicações adaptacionistas dentro do cenário científico. Se esse entendimento está correto, pode-se dizer, então, que muitas explicações referentes a um dado fenômeno, que não alcancem um grau próximo ao modelo D-N, possuem valor cognitivo inferior, logo, deveriam ser reavaliadas ou, até mesmo, eliminadas.

Como exemplo, poderíamos aceitar as críticas direcionadas ao programa adaptacionista (primeira parte desta dissertação) como corretas e concluir que as explicações adaptacionistas têm valor cognitivo inferior (com referência especial à possibilidade de submissão a teste e à compatibilidade com outras hipóteses bem estabelecidas), já que, de modo geral, não atendem às exigências hempelianas colocadas na seção anterior, mais precisamente às exigências (2) e (3). Em certa medida, alguns filósofos da ciência e aqueles que criticam o programa adaptacionista já fazem uso dessa perspectiva para justificar sua postura. As historietas, dizem eles, são explicações com pouco valor cognitivo porque negligenciam parte daquelas exigências formais e daqueles valores cognitivos e, além disso, envolvem hipóteses calcadas em afirmações sobre eventos contingentes do passado que não possuem sustentação em leis gerais. Por conta disso, os adaptacionistas cometem, com frequência, erros como o da extrapolação, isto é, o de estender para ambientes ancestrais as condições presentes. A explicação de Barash, citada na seção anterior, por exemplo, poderia receber essas críticas, tendo em vista seu compromisso com o adaptacionismo. Contudo, elas poderiam ser rebatidas à medida que sua explicação – e as adaptacionistas de um modo geral

– se aproximasse, não apenas dos referenciais hempelianos, mas também de outras perspectivas epistêmicas, como as que Brandon assume.

Voltando para a abordagem de Brandon, podemos identificar duas concepções de explicação científica. A primeira diz respeito ao modo como uma explicação científica deve ser expressa: de forma a unificar um amplo corpo de fenômenos sob um número mínimo de generalizações (abordagem *top-down*, na terminologia de Kitcher). Nesse sentido:

o (ou quiçá um) objetivo da ciência é a construção de um quadro econômico de leis e generalizações capazes de subsumir todos os fenômenos observáveis. As explicações científicas organizam e sistematizam o conhecimento do mundo empírico, de tal modo que quanto mais sistematizado e econômico for, mais profunda é a nossa compreensão do que é explicado (Brandon, 1995, p. 160).

A segunda concepção de explicação científica é a mecânico-causal, no sentido de que um fenômeno é explicado quando são expostos os mecanismos ou as causas que o produziram (abordagem *bottom-up*, na terminologia de Kitcher). Nas palavras de Brandon:

Este ponto de vista [mecânico-causal] entende a explicação de eventos individuais como primária, a explicação de generalizações daí decorrendo. Isto é, a explicação de generalizações científicas deriva dos mecanismos causais que produzem as regularidades. (Brandon, 1995, p. 160).

Esses dois tipos de explicação científica podem ser entendidos como completamente díspares. É como Philip Kitcher, por exemplo, os interpreta. Outros teóricos podem amenizar esse entendimento, afirmando que, embora sejam perspectivas diferentes, há uma compatibilidade entre elas, já que cada uma oferece explicações complementares sobre um mesmo fenômeno. Entretanto, para os propósitos desta dissertação, admite-se, como Brandon, que as explicações ofertadas por cada um desses tipos são complementares, no sentido de que são constituintes de uma única explicação mais sofisticada e completa de um mesmo fenômeno. Enquanto a primeira aumenta nossa compreensão de um dado fenômeno, subsumindo-o a um princípio bastante geral, a segunda aumenta nossa compreensão pela descrição de relevantes mecanismos subjacentes a esse mesmo fenômeno. Além disso, ambas têm o mesmo objetivo e, quando unidas, podem captar melhor, segundo Brandon, algumas das características importantes presentes nas explicações selecionistas sobre a adaptação.

Esse compromisso de Brandon desemboca na tentativa de produzir uma explicação mais próxima do que, em filosofia da ciência, é chamado de *Explicações Idealmente Completas* (EIC). Brandon sabe que é muito difícil produzir uma EIC. Essa dificuldade se dá, dentre outras razões, pelo fato de que nem sempre as abordagens no âmbito da filosofia da ciência, realmente têm relevância e/ou contribuem para a prática científica (Brandon, 1995, pp. 161-162). A despeito disso, Brandon entende que as EIC compõem um modelo bastante útil. Primeiro porque se tem admitido, hoje, que a determinação do que é ou não predominante dentro de um ramo particular da prática científica é variável. Segundo, porque uma EIC – mesmo que não seja totalmente completa, como seu nome sugere – permite a comparação entre diferentes explicações elaboradas sobre um mesmo fenômeno. Isso facilita a identificação do que a torna incompleta, isto é, a identificação das potenciais “armadilhas” que prejudicam o correto entendimento dos eventos colocados sob sua análise. Nesse sentido, uma EIC pode ampliar o entendimento dos fenômenos.

Com base nesse pano de fundo, Brandon pretende transpor a perspectiva das EIC para o contexto adaptacionista e, assim, apresentar, como já foi dito, uma *Explicação Adaptacionista Idealmente Completa* (EAIC). Essa tentativa tem que assumir vários pressupostos, como o fato de que a adaptação é um processo histórico (o que exige a apresentação de uma história causal, cuja referência é a seleção); que a adaptação se dá dentro da relação de replicadores e interagentes; que as explicações adaptacionistas devem estar focadas em dados filogenéticos (o que as deixam mais complicadas, já que esses dados não são tão precisos como os dados envolvidos em explicações de eventos físicos, por exemplo), dentre outros pressupostos. Nesse sentido, uma EAIC deve estar focada, em um primeiro momento, na explicação de características de populações, tendo em vista que são as populações, espécies, ou clados que, de fato, evoluem. Os indivíduos apenas morrem ou prosperam sob a ação de pressões seletivas.

Para essa empreitada, Brandon (1995, p. 165) enfatiza a importância de se estipular cinco tipos de informações que devem estar presentes em uma EAIC:

- 1) evidências de que a seleção, de fato, ocorreu;
- 2) evidências ecológicas que expliquem porque alguns organismos são mais bem adaptados do que outros;
- 3) evidências de que os traços resultantes da seleção são herdáveis;
- 4) informações sobre a estrutura de uma população com base nos padrões do fluxo de genes e nos padrões de ambientes seletivos;

- 5) informações filogenéticas para se determinar quais características são primitivas e quais são derivadas.

Evidências de que a seleção natural ocorreu em uma dada população, conforme aponta o tipo (1), mostram-se problemáticas por não ser possível, por exemplo, observar a ação da seleção no curto espaço de tempo de uma pesquisa científica ou mesmo de uma vida humana. O jeito, então, é confiar nas evidências históricas indiretas de seleção, como os registros fósseis. Entretanto, esses registros não implicam, necessariamente, que ocorreu um processo de seleção, apenas mostram a direção da mudança. Mas as análises do processo de seleção em experimentos com variantes naturais e variantes introduzidas artificialmente apontam para a conclusão de que o ambiente seletivo atual é, em importantes aspectos, similar ao ambiente seletivo do passado. Isso gera outro impasse: o de extrapolar o papel do ambiente atual para ambientes ancestrais. O problema da extrapolação reside no fato de que não é possível fazer afirmações categóricas sobre o ambiente de milhões de anos atrás, por exemplo. O que se faz então, são especulações e hipóteses no âmbito do que possivelmente aconteceu e que dificilmente podem ser comprovadas.

O foco do tipo (2) é saber o porquê de a seleção ter ocorrido, isto é, o porquê de alguns organismos serem mais adaptados do que outros. Tarefa completamente diferente daquela que apenas identifica os organismos mais e menos adaptados. Quais são, então, as evidências ecológicas que indicam a ocorrência da seleção? Alguns autores, como Gould e Lewontin (1979), defendem que a resposta a esta questão exige um complexo estudo sobre as relações existentes entre o ambiente seletivo e os organismos de diferentes espécies envolvidos no processo de seleção, bem como evidências no nível fisiológico e biomecânico. Eles alfinetariam Brandon e os adaptacionistas, acrescentando a crítica de que as explicações ecológicas idealmente completas são apenas substitutos das historietas e não trazem qualquer alteração significativa para resolver o problema da extrapolação, frequentemente presente nesses tipos de abordagem. No entanto, Brandon reafirma que as explicações ecológicas devem se ocupar com as dúvidas que dizem respeito apenas ao *porquê* da seleção ter ocorrido; e não com os dados fisiológicos e biomecânicos dos organismos, ensejando uma explicação de *como* a seleção ocorreu. Nesse sentido, o que interessa para uma EAIC concernente às informações do tipo (2) é saber por que um organismo está mais bem adaptado do que outro em um dado ambiente. “A seleção”, completa Brandon (1995, pp. 167-168, nota 9), “pode ser simplesmente indiferente à fisiologia e à biomecânica subjacentes [aos organismos]”, de tal modo que seria desnecessário incluir tais informações em uma EAIC.

É imprescindível que as variações relevantes sejam herdáveis para que a seleção natural tenha, de fato, consequências evolutivas. Esse é o princípio sobre o qual se fundamenta o tipo (3) de informação. Isso significa dizer que a presença de certo traço em uma população pode ser explicado com base na herdabilidade, entendida como um requisito importante do processo evolutivo. Mas não é tão óbvio afirmar “que a herdabilidade implica variação” (Brandon, 1995, p. 168). Se em uma EAIC há o entendimento de que a seleção direcionou a fixação de uma característica relevante em uma dada população, a fundamentação dessa hipótese deve estar guiada por manipulações experimentais ou por evidências indiretas que, por sua vez, podem dar suporte indireto à herdabilidade de um traço. Essas últimas são as informações do tipo (1) que podem ser baseadas, por exemplo, nos registros fósseis.

Supondo, com base em evidências históricas, que o traço A_I substituiu o traço A em alguma linhagem, não seria óbvio afirmar que os valores do traço A foram herdados por A_I . Mas pensando esse cenário sob a perspectiva de que o traço A_I foi ambientalmente induzido e que o ambiente no qual o traço A_I aparece sofreu mudanças graduais ao longo do tempo, então pode-se afirmar com mais precisão que A_I substituiu A , também de forma gradual, ensejando a ideia de herança com variação. Talvez a herdabilidade (substituição do traço A pelo A_I) fique mais evidente ainda em grupos intimamente relacionados. Entretanto, a herança de muitos traços se dá por meio de deriva (ver discussão acerca da teoria neutra nas seções 3.2 e 3.3); isso significa que o fato de A_I ter substituído A em uma linhagem não implica, necessariamente, que houve seleção do traço A_I (Brandon, 1995, p. 168). Nesse sentido, a deriva é um problema que as informações do tipo (3) têm que abarcar, pois nem sempre será possível ter evidências quanto à seleção de um traço presente em uma dada população.

Essa discussão acerca da herdabilidade dos traços em uma linhagem leva a entender, então, que a elaboração de uma EAIC é mais complicada do que parece, na medida em que devem estar pressupostos os aspectos genéticos da herdabilidade, como um importante elemento que afeta a evolução de um traço em uma população. Brandon entende ainda que

uma medida quantitativa de herdabilidade genética de algum traço em uma particular população em um ambiente particular é uma constante empírica que pode ou não permanecer à medida que a população e/ou o ambiente mudam. Para extrapolar, de forma confiável, os valores de herdabilidade, precisamos conhecer a genética subjacente. (Brandon, 1995, p. 169).

As informações do tipo (4) ou informações sobre a estrutura das populações com base nos padrões de fluxo dos genes e nos padrões de um ambiente seletivo são aspectos que se mostram, por exemplo, em modelos de seleção de grupo e, por vezes, de parentesco. O que se pretende com a aquisição dessas informações é a identificação dos elementos que permitem produzir explicações acerca das consequências evolutivas em diferentes estruturas populacionais. Ora, se diferentes estruturas populacionais – demarcadas pelo padrão do fluxo dos genes e pelo padrão ambiental – resultam em consequências evolutivas distintas, então qualquer tentativa de explicar a adaptação dos indivíduos nessas populações tem que levar em conta essas especificidades, sob pena de produzir explicações com pouco valor epistêmico. Dentro dessa perspectiva, há de se esperar que duas populações com padrões ambientais e de fluxo dos genes idênticos ou semelhantes, também tenham consequências evolutivas idênticas ou semelhantes. Porém, estudos empíricos com base nos modelos de seleção de grupo (como o interdêmico e o intradêmico)³⁰ indicaram que o padrão de fluxo dos genes – por ser mais fácil de ser determinado e ser seletivamente homogêneo – é uma opção explicativa mais interessante do que o padrão de um ambiente seletivo. O problema é que esses modelos nem sempre refletem adequadamente o modo como se dá a seleção.

Ainda persistente, um dos problemas que atinge o tipo (4) é a extrapolação. Há a necessidade de se obter dados observacionais ou experimentais, com referência às populações correntes, que permitam realizar a extrapolação de forma minimamente aceitável. Segundo Brandon, podemos assumir com alto grau de razoabilidade que as leis físicas atuais são iguais às dos ambientes ancestrais e, com base nelas é possível estimar, com certa precisão, parte da estrutura ambiental do passado que tem reflexos no fluxo dos genes de uma população. A evolução da capacidade de voar dos insetos, por exemplo, por certo, seguiu as leis da aerodinâmica e/ou da termodinâmica nas fases anteriores à função de voo. Sendo assim, experimentos atuais com base em regularidades ou leis físicas são relevantes para se entender o ambiente seletivo do passado. Embora essa pressuposição seja útil para uma EAIC, ela se mostra limitada na medida em que deixa de fora vários outros elementos importantes para uma explicação evolutiva. O caso humano é especialmente significativo, pois seria bastante complicado explicar nossos comportamentos egoístas e altruístas atuais com base na estrutura populacional dos primeiros homínídeos (Brandon, 1995, p. 170).

³⁰ No modelo interdêmico, os grupos são *demes* seletivamente homogêneos; no modelo intradêmico, os membros do grupo é que são os *demes* que ficam dispersos dentro de um *pool* comum de acasalamento. Nesse caso, os *demes* são seletivamente heterogêneos.

As informações do tipo (5) nos permitem fazer hipóteses sobre uma dada característica ser ou não uma adaptação. Em outros termos, podemos averiguar se a ocorrência de uma característica qualquer em uma população é ou não é uma adaptação, se os organismos que a possuem aumentam sua aptidão frente às exigências de um ambiente seletivo específico, em detrimento daqueles que possuem uma característica alternativa. Espera-se que a característica que torna os organismos mais bem adaptados ao seu ambiente tenha sua frequência aumentada nas gerações subsequentes, considerando evidentemente, que o ambiente seletivo permaneça sem alterações. Com base nisso é possível verificar o quê evolui do quê.

Como auxílio à tentativa de adquirir informações do tipo (5) que componham uma EAIC, Brandon considera as contribuições de Gould e Vrba (1982). Segundo esses autores, o conceito de adaptação sozinho gera dificuldades no entendimento dos processos evolutivos. De modo geral, esse conceito induz ao equívoco de vincular a utilidade corrente de uma característica com sua gênese histórica. Nem todas as características de um organismo que aumentam sua aptidão foram moldadas pela seleção para o papel que, hoje, desempenham. Muitas delas foram cooptadas para outros usos.³¹ Nesse sentido, deve-se fazer essa diferenciação das características que foram ou não cooptadas para outros usos com o intuito de não cair em análises equivocadas sobre o quê evoluiu do quê.

Assim como os outros tipos de informações que compõem uma EAIC, as do tipo (5) também possuem uma dimensão histórica. Isso significa que essa tentativa de Brandon tem um forte caráter especulativo. Esse e os outros problemas apontados poderiam levar a um posicionamento cético concernente à elaboração dessa proposta de explicação adaptacionista. Entretanto, Brandon entende que é possível resguardar o valor heurístico dessas explicações já que uma EAIC estaria no âmbito das explicações do que possivelmente ocorreu (*how-possibly explanations*). Nesse sentido, seu valor heurístico não ficaria atrelado às elucidações dos processos que, de fato, ocorreram (*how-actually explanation*), mas à capacidade de gerar novas perspectivas e hipóteses que contribuam para o enriquecimento das discussões em biologia evolutiva.

Darwin, por exemplo – quando abordou no capítulo VI de *A Origem* a dificuldade de se explicar, à luz da seleção, os órgãos de alto grau de perfeição e complexidade como os olhos – já indicava que as adaptações poderiam ser explicadas a partir de histórias sobre o que possivelmente ocorreu. O valor heurístico dessa explicação estaria representado na grande quantidade de hipóteses e de posturas posteriormente desenvolvidas com base na teoria

³¹ Discussão já apresentada na seção 2.4 desta dissertação.

darwiniana. Mas, para não ficar subentendido que o tipo de explicação do que possivelmente aconteceu só existe no âmbito da biologia evolutiva, há de se pensar, também, em explicações que a cosmologia elabora sobre os fenômenos astronômicos. Não há como negar que a descrição de eventos ocorridos há bilhões ou milhões de anos, atinentes a uma estrela em um determinado local do universo, indica, também, apenas uma explicação do que possivelmente ocorreu. Isso, por certo, não invalida o valor heurístico das explicações em cosmologia; e o mesmo deve-se pensar para as adaptacionistas.

Entretanto, o adaptacionismo não pode se subtrair do auxílio às explicações do que realmente aconteceu, sejam elas do tipo que busca a unificação, sejam elas do tipo mecânico-causal. “Nós podemos entender um fenômeno”, afirma Brandon, “quando temos um relato completo de como realmente ele se dá” (Brandon, 1995, p. 177). Nesse contexto, acredito que as contribuições de Hempel são importantes, pois um relato completo deveria incluir, quando possível, explicações com base em leis gerais. Tais referências aumentariam os valores cognitivos das EAIC quando, pelo menos, parte de suas explicações estivesse amparada por uma explicação do que realmente aconteceu. Caso uma EAIC apresente hipóteses que venham a entrar em conflito com alguma lei geral, então essas hipóteses devem ser abandonadas. Não seria possível sustentar, por exemplo, uma explicação acerca da evolução da capacidade de voar dos insetos que contradiga os princípios da aerodinâmica.

As adaptações, por serem produtos de uma evolução que ocorre devido à seleção natural, resultam de um processo histórico. As explicações históricas sobre a adaptação das espécies aos ambientes seletivos fogem dos padrões de explicação próprios das ciências físicas. Mas isso não implica dizer que a história não é ciência. O que pode ser dito é que a história é um tipo de ciência diferenciada da física e da química. Essa particularidade define boa parte dos rumos da discussão aqui proposta. As explicações históricas têm, assim como as explicações adaptacionistas, a característica geral de fazerem referência ao que possivelmente ocorreu (*how-possibly explanation*). Nesse sentido, qualquer tentativa, seja de base darwinista ou não, de explicar a evolução de uma determinada linhagem de organismos não pode furtar-se ao caráter histórico desse processo. E o que for dito fará menção ao que possivelmente aconteceu. Mas esse tipo de explicação, como já foi acentuado no parágrafo anterior, diminuiria seus valores cognitivos se trouxesse conflitos com as explicações baseadas em leis.

Assim, parece razoável que, embora as explicações de caráter histórico pontuem diferenças em relação às explicações baseadas em leis gerais, não há, contudo, a incidência de conflitos e contradições quando ambas são honestamente utilizadas. Enquanto uma tenta descobrir as leis gerais que governam os fenômenos, a outra se preocupa com uma sequência

de eventos históricos particulares (Sober, 2000, p. 14). Segundo Sober, é evidente a diferença entre as explicações de um físico de partículas e as de um astrônomo. Ambas são explicações científicas, embora possuam formas diferentes. O físico se ocupará em identificar os princípios gerais que governam um tipo específico de colisão de partículas sem se preocupar com *quando* ou *onde* esse evento ocorreu, ocorre ou ocorrerá, tendo em vista que as leis gerais que regem esse tipo de fenômeno são consideradas universais (ciência nomotética), não se limitando a um local particular nem a um tempo específico. Essa explicação terá como base sentenças do tipo condicional (“se... então”) associadas a leis gerais.³² O astrônomo, por sua vez, precisa obter dados sobre um objeto único. Para tanto, informações concernentes à distância em relação à Terra, tamanho, densidade, temperatura etc. são incorporadas em sentenças que descrevem eventos históricos particulares.

É evidente que não há uma divisão estanque entre ciência nomotética e ciência histórica. Uma pode complementar a outra. Sem dúvida, um físico pode mostrar interesse em estudar, por exemplo, os efeitos da radiação solar sobre a Terra desde o Pleistoceno até hoje. Para tanto, as explicações históricas lhe serão bastante úteis. Do mesmo modo, um astrônomo pode querer estudar o sol a partir de hipóteses baseadas em leis gerais para construir uma explicação histórica sobre as mudanças ocorridas nesse astro do Pleistoceno até os dias atuais. Da mesma forma, uma EAIC poderia abordar tanto elementos históricos quanto nomotéticos, à medida que tenta mostrar *como* (explicação nomotética) e *porque* (explicação histórica) o processo adaptativo produziu uma dada característica nos organismos de uma população específica.

Brandon exemplifica esse entendimento a partir das explicações adaptacionistas concernentes à habilidade de voar dos insetos com base em estudos realizados por Kingsolver e Koehl em 1985. Segundo Brandon, o passo inicial é dado pela resposta à seguinte pergunta: *por que* evoluiu a capacidade de voar dos insetos? A resposta, evidentemente, aponta para uma explicação do que possivelmente ocorreu. Para esta pergunta, uma resposta plausível seria que a capacidade de voar surge de insetos não alados em decorrência de modificações graduais – dirigidas por vantagens aerodinâmicas e representadas em uma sequência que se inicia com protoasas e termina com as atuais configurações das asas – ao longo de gerações de indivíduos em uma dada população.

Mesmo que o surgimento das asas em insetos tenha se dado em razão de modificações graduais, não basta, segundo Brandon, descrever uma história evolutiva das asas dos insetos,

³² Nesse caso, o modelo de Hempel (1974) pode trazer boas contribuições.

indicando quais seriam as possíveis características intermediárias entre os insetos sem asas do passado e os alados de hoje. Como já foi acentuado anteriormente, faz-se mister indicar também os ganhos adaptativos durante essa transição. Para tanto, há de se identificar quais são as possíveis razões ecológicas para se afirmar, com certa precisão, que aqueles insetos com determinadas modificações fenotípicas – desde os que possuíam protoasas até os que, atualmente, voam com destreza – tinham maior aptidão do que aqueles sem essas modificações.

Neste momento aparece, então, a segunda questão: *como* esse processo evolutivo produziu insetos alados? A resposta a esta questão não pode ser apenas um relato histórico de possíveis eventos desconectados. Há de se construir uma explicação nomotética que faça referência à abordagem *top-down* e/ou à abordagem *bottom-up*. Mas diferentemente de Brandon, acredito que as exigências formais de Hempel também poderiam fortalecer os valores cognitivos das EAIC, tendo em vista que os estudos de Kingsolver e Koehl foram guiados por modelos físicos, baseados nas leis da aerodinâmica e da termodinâmica, que poderiam também, ser estruturados conforme o modelo D-N de explicação. Assim, seria possível verificar os ganhos explicativos da proposta de Brandon unida às exigências hempelianas. Caso esses ganhos sejam significativos, aumentando o poder explicativo das EAIC, por que não unificar essas abordagens em uma única explicação?

Em um primeiro momento, os testes realizados em um túnel de vento não indicaram qualquer vantagem aerodinâmica significativa para as protoasas, de modo que, colocadas apenas essas condições iniciais, os insetos mutantes do passado não teriam qualquer aumento de aptidão em sua configuração fenotípica. De posse dessas informações, seria coerente abandonar as explicações do que possivelmente aconteceu sobre a evolução das asas em insetos que fossem motivadas por hipóteses acerca das vantagens aerodinâmicas das protoasas, tendo em vista que essas possíveis vantagens não foram identificadas nos testes realizados com base nas leis da aerodinâmica. Porém, são notórias as vantagens aerodinâmicas para o voo nos insetos alados contemporâneos. Então, pode-se dizer que provavelmente, essas vantagens só se manifestaram em um estágio posterior.

Tendo em vista que a hipótese da vantagem aerodinâmica das protoasas não foi corroborada, outro modelo fundado nas leis da termodinâmica foi forjado. Neste caso, os resultados foram bastante significativos. Nos experimentos realizados foram controladas, dentre outras, as variantes referentes ao tamanho das asas e à termorregulação. Kingsolver e Koehl separaram várias amostras de asas com tamanhos e formas diferentes e as colocaram sob uma lâmpada acesa. Em seguida, eles mediram a temperatura do ar circundante e

observaram que as asas produziam efeitos termorreguladores. O resultado do experimento evidenciou, portanto, vantagens importantes para os insetos concernentes à termorregulação, indicando que as protoasas tiveram um papel relevante para a evolução das espécies de insetos que possuem asas.

É bastante plausível, então, a hipótese de que os insetos tiveram vantagens adaptativas com as protoasas em razão da termorregulação; e que os seus consequentes efeitos aerodinâmicos também resultaram no aumento da aptidão desses insetos pela capacidade de voar. Então, o que possivelmente ocorreu? A resposta a essa questão poderia ser parte de uma EAIC com altos valores cognitivos. Em resumo, seria dito que as graduais modificações fenotípicas referentes ao aumento expressivo de tamanho da película termorreguladora (asas) garantiram uma maior aptidão para os insetos detentores dessa característica, em decorrência de uma acentuada capacidade de proteção contra as variações de temperatura em ambientes ancestrais. Característica essa que, posteriormente, possibilitou aos insetos a aquisição de outra função, a habilidade para o voo, trazendo-lhes outros benefícios significativos que lhes garantiram, novamente, o aumento da aptidão e uma melhor adaptação ao ambiente seletivo no qual se encontravam.³³

Sem dúvida, as explicações de Kingsolver e Koehl, alusivas à evolução da habilidade para o voo em insetos, mostram que as EAIC não são meras historietas. Elas possuem todos aqueles valores cognitivos apontados anteriormente, com especial referência ao valor heurístico. Além disso, elas poderiam também, atender às exigências formais de uma explicação científica, apresentadas no início desta seção, que, possivelmente, lhes trariam ganhos epistêmicos que as aperfeiçoariam. Embora essas características não sejam suficientes para dar firme assento a uma explicação do que realmente aconteceu, suas hipóteses podem ser testadas dentro dos limites de uma explicação do tipo que promove a unificação e/ou do tipo mecânico-causal, tendo em vista a menção às leis que orientam ou delimitam determinadas especulações próprias de uma EAIC, o que eleva o seu grau de plausibilidade.

Com base no que já foi destacado nessa discussão, uma reavaliação da explicação de Barash acentuaria que sua hipótese é, de fato, uma explicação histórica do que possivelmente aconteceu, quanto ao valor adaptativo da agressividade do *Sialia sialis* durante o período de reprodução dessa espécie. Entretanto, se ela estivesse inserida no contexto de uma EAIC, seu

³³ Alguém poderia acentuar também – com base em Gould e Vrba (1982) – que ocorreu uma exaptação para o voo de uma característica cuja função original era completamente outra (termorregulação). Independentemente da nomenclatura utilizada, o que importa é acentuar que os experimentos baseados em leis científicas da aerodinâmica e da termodinâmica contribuíram bastante para a elaboração de uma explicação do que possivelmente aconteceu nesse processo evolutivo.

poder explicativo poderia ser aumentado, pois atenderia várias exigências colocadas por Brandon e, provavelmente, algumas das apresentadas por Hempel, possibilitando a elaboração de testes mais acurados. Nesse contexto, as dificuldades presentes na abordagem de Barash relativas a outras hipóteses explicativas com base em diferentes variantes controláveis poderiam ser superadas com mais facilidade, evitando uma mera substituição por outra explicação de mesmo mote. O mais correto, então, seria incorporar os cinco tipos de conhecimentos componentes de uma EAIC, evitando os possíveis conflitos com leis naturais conhecidas e/ou conhecimentos científicos bem estabelecidos.

Pode-se dizer, então, que um adaptacionista, pautado pelas referências de uma EAIC, é capaz de formular hipóteses de acordo com os conhecimentos científicos bem estabelecidos e também responder questões sobre o porquê de um dado fenômeno acontecer de uma forma e não de outra; em determinadas condições e não em outras. Nesse contexto, é possível superar a enfadonha dicotomia entre os evolucionistas que acentuam, por um lado, a seleção natural como o principal processo da evolução e, por outro, aqueles que a minimizam e acentuam outros mecanismos.

O que fica evidenciado com tudo isso, é que todos aqueles processos aqui mencionados ao longo da discussão deste trabalho, contribuem para o enriquecimento das explicações atinentes à adaptação dos organismos. Essa perspectiva vem sendo considerada bastante pertinente por muitos cientistas e filósofos contemporâneos envolvidos com as discussões aqui apresentadas. O pluralismo de processos, como essa perspectiva é conhecida, está predominando no discurso de vários pesquisadores. Não obstante, considerando os objetivos dessa dissertação, há de se destacar a ideia de que a seleção natural não é apenas mais um processo que possibilita a evolução das espécies. Ela tem um lugar especial dentro desse contexto. Para fornecer as primeiras razões que autorizam tal assertiva, é importante explicar um pouco sobre o *status* explicativo do darwinismo, com motivação em uma questão simples, mas fundamental: o que o darwinismo explica? Este é o tema da seção a seguir que também será retomado nas considerações finais.

6.4 - O que o darwinismo explica?

O título desta seção é o mesmo de um artigo que Peter Godfrey-Smith escreveu em julho de 2009 para o Festival Darwin, promovido pela Universidade de Cambridge. Esse artigo representa apenas uma pequena parte de uma obra mais ambiciosa desse mesmo autor,

Darwinian Populations and Natural Selection, também publicada em 2009. Godfrey-Smith inicia seu artigo afirmando que o que Darwin fez para a biologia foi semelhante ao que Newton fez para a física. Cada qual introduziu uma teoria que unificou uma ampla gama de fenômenos, fazendo com que esses fenômenos pudessem ser explicados em termos causais sem o apelo à providência ou a propósitos. É interessante destacar essa comparação entre Darwin e Newton – que os coloca no mesmo patamar – porque além de acentuar a importância do darwinismo para o pensamento científico, supõe que a teoria elaborada por Darwin tem todos, ou quase todos, os valores cognitivos atribuídos à teoria mecânica de Newton.

Sem mencionar os pressupostos teóricos e as abordagens desenvolvidas na obra de Godfrey-Smith (2009a) que, por si só requereriam um tratamento longo e complicado, limito-me a destacar o que tem relevância no contexto desta dissertação: a distinção entre 1) explicações de origem e 2) explicações de distribuição. Uma explicação de distribuição pressupõe a existência de um conjunto de variantes de organismos em uma população. O objetivo é, então, explicar porque essas variantes têm a distribuição que têm ou porque essa distribuição sofreu modificações. Essa explicação deixa em evidência que algumas variantes de organismos são bastante comuns, enquanto outras são mais raras. Outras, ainda, teriam estado presentes em gerações passadas, mas na atual estão ausentes. Uma explicação de origem, ao contrário, dedica-se a explicar porque uma população veio a existir e a ter indivíduos de um tipo particular, não se importando com a quantidade nem com a distribuição desses indivíduos nessa população. Isso significa dizer que essa explicação volta-se para o aparecimento original de novos tipos de indivíduos, tomados como referência quando uma explicação do tipo (2) é dada.

Muitos biólogos diriam que a seleção natural tem papel relevante apenas nas explicações de distribuição. Com o auxílio desse mecanismo, não haveria grandes dificuldades em explicar porque uma dada característica veio a tornar-se comum ou rara em uma população de organismos. Assim como um *bricoleur*, a seleção natural atua em cima de coisas já existentes, no caso, as características que os indivíduos de uma população possuem. Tais características poderiam ter a frequência aumentada, diminuída ou mesmo extirpadas de um grupo de indivíduos por meio da eliminação daqueles que têm menor aptidão em um ambiente específico. A seleção, portanto, não seria capaz de produzir novidades.

A despeito desse entendimento, Godfrey-Smith admite que a seleção natural tem sim, um papel criativo no processo evolutivo, evidenciado pelas explicações de origem. O seu

grande desafio é, então, entender qual seria esse papel e como ele se vincula ao tipo (1) de explicação. Com isso, ele afirma que

as explicações de origem são dadas por uma parte diferente do pacote de fatores que a biologia evolutiva reconhece. As explicações de origem seriam dadas em termos do que nós chamamos de ‘mutação’ (junto com a recombinação de características sexuais). Elas seriam dadas em termos dos processos que, diretamente, dão origem a uma nova variação em uma população. Então, talvez, devemos dizer que o moderno darwinismo contém um pacote, e a mutação é a parte ‘criativa’ do pacote. A seleção é um explicador de distribuição (*distribution-explainer*) enquanto a mutação é um explicador de origem (*origin-explainer*). (Godfrey-Smith, 2009b, p. 3).

Se a perspectiva de Godfrey-Smith está correta, ela passa a ser especialmente importante para o adaptacionismo, já que acentua o poder do pacote darwiniano de explicar a “gênese” de qualquer espécie, bem como as características que marcam as diferenças *entre* as espécies, originadas a partir das diferenças *dentro* das espécies (Godfrey-Smith, 2009b, p. 3). Tanto as diferenças *entre* as espécies quanto as que ocorrem *dentro* das espécies surgem devido às mutações que se acumulam em uma população de organismos. Sem elas não há como a seleção atuar, pois é necessário que primeiro uma mudança ocorra para que haja diferenças na aptidão dos organismos de uma população. A seleção, portanto, não seria nem a causa próxima nem a causa última de um novo indivíduo³⁴. Já a mutação e a recombinação seriam suas causas próximas, pois elas promovem as variações dos organismos. À seleção caberia remodelar uma população de maneira que uma dada variação, muito improvável de surgir, tenha maior probabilidade de ser produzida pelos mecanismos de mutação e recombinação (Godfrey-Smith, 2009b, pp. 4-5).

Antes de continuarmos com o debate em torno das explicações de distribuição e de origem é importante dar ênfase às discussões em torno das expressões ‘causas próximas’ e ‘causas últimas’, definidas por Ernst Mayr (1998, 2008), para que elas fiquem suficientemente claras, tendo em vista que Godfrey-Smith faz uso delas no contexto de sua análise. Além disso, relacionam-se com as questões discutidas na seção anterior que acentuaram a

³⁴ A origem de um novo indivíduo não é o mesmo que a origem de uma nova espécie. A especiação pode ser explicada com base no processo de seleção natural; já quanto à origem de um novo indivíduo (como na transição dos organismos unicelulares para os pluricelulares), ainda há muitas controvérsias a respeito de uma explicação plausível e nenhuma resposta consensual entre os teóricos. Apesar dessas controvérsias e da falta de consenso, abordaremos alguns aspectos desse tema nas considerações finais.

importância das Explicações Adaptacionistas Idealmente Completas para uma perspectiva evolucionista.

De acordo com Mayr (1998, 2008), as causas próximas têm conexão com o aqui e o agora dos fenômenos, já as causas últimas com os fatores históricos e evolutivos. As perguntas relativas às causas próximas ligam-se aos fenômenos físicos desde o nível molecular até os comportamentos dos animais e do ser humano. Para exemplificar consideremos a pergunta: *como* ocorre a duplicação do DNA? Ela pode ser respondida a partir da análise dos elementos químicos envolvidos nesse processo. Por sua vez, as perguntas relativas às causas últimas acentuam uma preocupação com fatores históricos que conectam as características dos organismos do passado com as do presente. É fácil observar que elas dizem respeito às adaptações e à diversidade orgânica. *Por que* a baleia é um mamífero aquático? *Por que* algumas aves migram e outras não? As respostas a essas perguntas buscam as causas últimas dos fenômenos evolutivos.

Causas próximas estão relacionadas com a função de um organismo e com suas partes, bem como com seu desenvolvimento, investigado de sua morfologia funcional até a sua bioquímica. Elas lidam com decodificação de programas genéticos e somáticos. As causas evolutivas (históricas ou últimas), por outro lado, tentam explicar por que um organismo é como é, como produto da evolução. Elas explicam a origem e a história dos programas genéticos. As causas próximas são geralmente a resposta a perguntas do tipo ‘Como?’, enquanto as causas últimas são geralmente a resposta a perguntas do tipo ‘Por quê?’. (Mayr, 2008, pp. 163-164).

Embora Mayr tenha acentuado essas diferenças concernentes às causas próximas e últimas, cada qual respondendo a um tipo de pergunta específica, ambas as causas se complementam quando se tem em mente produzir explicações evolutivas. Segundo Mayr (2008, p. 165), um fenômeno biológico só pode ser, de fato, explicado se as informações relativas às suas causas próximas e últimas estiverem bem entendidas. Essa perspectiva foi exposta na seção anterior de uma forma indireta, com a assertiva de que ambas as perguntas, do tipo *como* e do tipo *por quê*, podem ser formuladas para fenômenos físicos ou históricos (Sober, 2000). Evidentemente, não é possível negar que as hipóteses formuladas com base em uma pergunta ou outra, indicarão o tipo de explicação que melhor se ajusta a elas (mecânico-causal e/ou que promove a unificação, por um lado, e histórica, por outro). Isso porque

As causas próximas podem afetar o fenótipo, isto é, a morfologia e o comportamento; as causas últimas podem ajudar a explicar o genótipo e sua história. As causas próximas são em grande parte mecânicas; as causas últimas são probabilísticas. As causas próximas ocorrem aqui e agora, em um momento particular, em um estágio particular do ciclo de vida de um indivíduo; as causas últimas têm estado ativas por longos períodos, mais especificamente no passado evolutivo de uma espécie. As causas próximas envolvem a decodificação de um programa genético ou somático existente; as causas últimas são responsáveis pela origem de novos programas genéticos e por suas mudanças. A determinação das causas próximas é geralmente facilitada pela experimentação, a das causas últimas, por inferências a partir de narrativas históricas. (Mayr, 2008, p. 166).

Como é possível observar a partir da análise de Mayr, as informações concernentes às causas próximas podem ser vinculadas às explicações do que realmente aconteceu, pois se referem, em sua maioria, aos aspectos físicos e comportamentais dos organismos; já as ligadas às causas últimas podem ser vinculadas às explicações do que possivelmente aconteceu, pois fazem menção à história evolutiva dos organismos. Além disso, como já foi observado, elas podem se complementar, proporcionando melhores explicações acerca dos fenômenos evolutivos. Elas podem, então, compor uma Explicação Adaptacionista Idealmente Completa, contribuindo para o seu poder explicativo.

Tanto Mayr quanto Godfrey-Smith parecem concordar com essas distinções e aproximações conceituais. Decerto, elas trazem reflexos positivos para as hipóteses darwinianas e, por conseguinte para a configuração das explicações adaptacionistas. Porém, Godfrey-Smith vai além. Ele sugere que a seleção natural é suficientemente criativa para induzir o aparecimento de uma característica nova em uma população, aumentando a probabilidade de uma mutação em particular ocorrer. Godfrey-Smith considera que a seleção natural é capaz de remodelar o pano de fundo (*background*) sobre o qual a mutação e a recombinação operam, afetando o que essas fontes de variação podem produzir. Ao fazer com que uma rara sequência de genes – com possibilidades de manifestar alguma característica vantajosa para os indivíduos que a possuem – torne-se comum em uma população, a seleção amplia a probabilidade de que uma característica específica apareça.

Para ficar mais claro, pensemos essa perspectiva, aplicada ao exemplo do aparecimento das protoasas nos insetos. Suponhamos que uma população de insetos ancestrais tivesse três tipos (*types*) de indivíduos: X, Y e Z. Cada um deles possuía uma sequência

genética com pouquíssima diferença. Os indivíduos X tinham os genes α , β e γ ; os indivíduos Y tinham α , β e π ; e os indivíduos Z tinham α , β e ϕ . Todos esses indivíduos eram passíveis de sofrer várias mutações diferentes, uma dentre as quais, será aqui identificada pela letra grega θ . Supõe-se, ainda, que uma dessas três configurações genéticas tem tudo o que é necessário para que sejam formadas as protoasas, exceto a mutação final θ . A representatividade desses indivíduos na população obedecia ainda, à seguinte distribuição: Indivíduos X, 65%; indivíduos Y, 30% e indivíduos Z, 5%. As consequências fenotípicas para quem fosse premiado com uma mutação específica estão indicadas a seguir:

Indivíduo X:	α	β	γ	ω	Aumento de tamanho para além de 30 centímetros.
Indivíduo Y:	α	β	π	ϵ	Maior resistência durante o período de estiagem.
Indivíduo Z:	α	β	ϕ	θ	Aparecimento de protoasas.

Tabela 2

O primeiro aspecto que deve ser observado nesse cenário é que os indivíduos X, Y e Z foram precedidos por outros que possuíam apenas os genes α e β e, provavelmente, as características desses indivíduos eram adaptativas. Nas gerações posteriores, as mutações que surgiram, não necessariamente ao mesmo tempo, foram as identificadas por γ , π e ϕ (terceira coluna da tabela 2) que ensejaram o aparecimento dos três tipos de indivíduos nessa população idealizada, com suas respectivas diferenças de aptidão. Para os propósitos dessa exposição, considera-se que o indivíduo Z é o mais apto nesse cenário.

O segundo aspecto que merece atenção é que, no cenário acima, a probabilidade das protoasas aparecerem é muito pequena, tendo em vista que os indivíduos do tipo Z representam apenas 5% da população e, além disso, são os únicos que possuem uma configuração genética propícia para o aparecimento das protoasas. Mas é justamente em condições semelhantes a essa que o poder criativo da seleção natural se mostra. Com a seleção atuando nessa população, mantidas as mesmas exigências ambientais (ou quase todas), os indivíduos do tipo Z, por serem mais aptos do que os de tipo X e Y, muito provavelmente, teriam sua representatividade aumentada em cada geração subsequente. Ao final de algumas gerações, o pano de fundo genético dessa população seria bastante diferente, já que haveria o aumento da frequência do indivíduo Z. Consequentemente, cresceria a probabilidade de as protoasas aparecerem, pois o número absoluto de espaços (*slots*)

apropriados³⁵ para a ocorrência da mutação θ , que resulta no fenótipo em questão, aumentaria. (Godfrey-Smith, 2009a, p. 50).

Há de se destacar, ainda, que a importância da seleção natural para as explicações de origem se dá apenas quando ela afeta, em números absolutos, a quantidade dos organismos que possuem a configuração genética apropriada para o surgimento de uma determinada característica. (Godfrey-Smith, 2009a, p. 51). Nesse sentido, mesmo que a representatividade do indivíduo Y aumente na mesma proporção do indivíduo Z, há, em termos absolutos, o aumento dos espaços apropriados para a mutação θ . Do mesmo modo, em um cenário em que há a diminuição da quantidade dos indivíduos X, Y e Z na população, mas com o consequente aumento, em termos absolutos, dos espaços apropriados para a mutação θ , a seleção ainda mostraria seu poder criativo.

Essa perspectiva fica mais evidente quando introduzida a noção de luta pela sobrevivência, já que, como afirma Godfrey-Smith, a seleção envolve competição. Tal competição pode ser entendida em um sentido fraco ou forte. O sentido fraco pode ser exemplificado pela quantidade de descendentes que os indivíduos X, Y e Z deixam nas gerações subsequentes. Se, em cada geração, os indivíduos Z aumentam sua representatividade na população em detrimento dos indivíduos X e Y, então, os espaços (*slots*) que podem ser preenchidos nos indivíduos Z, não poderiam sê-lo nos outros. Em um sentido forte, a competição envolve outros elementos. Há de se pensar na dependência causal entre os indivíduos, afetando a sua reprodução. Se o indivíduo Z é bem sucedido sob a ação da seleção natural, isso implica não apenas que ele deixa um maior número de descendentes em comparação aos outros, mas, também, uma maior quantidade de descendentes do que ele teria tido se a seleção não o tivesse favorecido. “A competição entre tipos (*types*) só é importante para as explicações de origem, na medida em que o ‘vencedor’ é capaz de produzir mais, em números absolutos, do que seria de outro modo.” (Godfrey-Smith, 2009a, p. 51).

Com a mutação θ acrescida à configuração genética do indivíduo Z, teríamos outro indivíduo, Z_1 . Como a aquisição das protoasas é uma vantagem concernente à termorregulação, essa característica, possivelmente, seria fixada nas gerações ulteriores. A seleção natural, então, agiria novamente e aumentaria na população a frequência dos espaços apropriados para a introdução de uma nova mutação, η , cujos efeitos fenotípicos são benéficos. Com a introdução da mutação η , os indivíduos que a adquirissem teriam, por

³⁵ O sentido de ‘apropriado’ neste contexto é apenas a referência ao espaço que, se preenchido pela mutação θ , as protoasas apareceriam. É, portanto, o espaço posterior à mutação ϕ , ainda não preenchido na configuração genética dos indivíduos Z: $\alpha \beta \phi$. É importante notar, ainda, que apenas o tipo Z tem esse espaço apropriado.

exemplo, o tamanho das protoasas aumentado. Esse processo seguiria até que, em um determinado momento, a população de insetos seria formada por indivíduos com a seguinte configuração genética:

α	β	ϕ	θ	η	χ
----------	---------	--------	----------	--------	--------

 Insetos com asas e capazes de voar.

Tabela 3

“Assim, apesar da estranheza inicial da ideia, a seleção pode ser uma força ‘criativa’ da evolução, embora seja verdade que, em todo o caso, ‘para ser selecionada, uma mudança deve ser produzida primeiro’”. (Godfrey-Smith, 2009b, p. 5). A configuração genética mostrada na tabela 3 seria, portanto, o resultado não apenas de uma mera acumulação de mutações que aumentam a aptidão dos indivíduos que as possuem, mas, também, da ação criativa da seleção que remodela o pano de fundo genético sobre o qual as mutações atuam, permitindo o aparecimento de uma determinada característica fenotípica nos organismos.³⁶

Essa perspectiva se destaca por apresentar o poder criativo da seleção natural quando ela atua sobre um pano de fundo genético pré-existente. Se isso é verdade, a seleção passa a ser um processo evolutivo com *status* diferenciado em relação aos outros, o que contribui para a defesa da abordagem adaptacionista em questão.

³⁶ Evidentemente, esse cenário ideal é uma experiência de pensamento. Aqui são desconsideradas as contingências de uma situação real. Essas contingências poderiam influir tão profundamente em uma situação semelhante, que os resultados seriam completamente outros. O ambiente, por exemplo, está sujeito a vários tipos de modificações que alteram as pressões seletivas. Uma mudança pequena que viesse a favorecer o indivíduo Y dificultaria, provavelmente, o aparecimento das protoasas em favor da resistência à estiagem.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O título desta dissertação evidencia a proposta de desenvolver uma análise metodológica sobre o programa adaptacionista. Tal proposta veio sendo galgada por meio dos diversos temas aqui apresentados. As discussões em torno desses temas foram motivadas pelo intuito de dispor, ao final desse longo processo, de um arcabouço conceitual a partir do qual o programa adaptacionista pudesse ser situado dentro do amplo debate sobre a evolução. Mas não apenas situado; também reconhecido como um programa de pesquisa que, de fato, traz contribuições para a biologia evolutiva, oferecendo explicações que majoram os valores cognitivos desse ramo da ciência.

Não coube aqui sustentar a tese de que as explicações adaptacionistas são as mais eficazes e têm maior credibilidade do que as alternativas existentes, com o intuito de fomentar seu amplo uso no meio científico. Em nenhum momento esse foi o foco dessa empreitada, mesmo porque essa tese é pouco plausível. Diferentemente disso, este estudo tentou mostrar que as explicações adaptacionistas têm seus valores cognitivos ampliados quando estão vinculadas às abordagens que se fundamentam em mecanismos evolutivos diferentes da seleção natural, bem como a conhecimentos bem estabelecidos. Isso permite a formulação das perguntas corretas diante dos fenômenos biológicos.

Por conseguinte, retomo a primeira epígrafe deste trabalho, pois penso ter seguido, mesmo que de uma forma um tanto quanto singela, a perspectiva popperiana expressa em uma analogia bastante significativa que afirma serem as teorias semelhantes a “redes, lançadas para capturar aquilo que denominamos ‘o mundo’: para racionalizá-lo, explicá-lo, dominá-lo. Nossos esforços são no sentido de tornar as malhas da rede cada vez mais estreitas.” (Popper, 2002, pp. 61-62). *Mutatis mutantis*, as malhas das abordagens formuladas dentro do arcabouço adaptacionista são estreitadas quando seus vínculos com outros mecanismos evolutivos, bem como com as leis naturais, permitem explicar, de forma plausível, vários fenômenos biológicos. Acredito que isso pôde ser visto na estrutura das Explicações Adaptacionistas Idealmente Completas.

Cumpra agora, com base em todas as referências que foram discutidas, propor uma reavaliação do programa adaptacionista, apresentado na primeira parte desta dissertação. Como ficou lá registrado, por adaptacionismo entende-se um tipo de programa que assume ser a seleção natural darwiniana o único processo – ou, ao menos, o principal – capaz de explicar,

coerentemente, tanto a existência e a função dos diferentes traços presentes nos organismos, como também o caso desses mesmos traços estarem (ou não) otimizados. Desse entendimento, há de se destacar dois aspectos que merecem atenção: 1) a otimização dos traços dos organismos; 2) a seleção como o principal processo evolutivo.

O aspecto (1) já foi bastante discutido neste trabalho e não há necessidade de se delongar por demais nesse tema. É suficiente dizer que na primeira parte desta dissertação foram apresentadas as críticas de Gould e Lewontin (1979) sobre o apelo às compensações (*trade-offs*) entre forças seletivas em conflito para explicar a presença de traços não otimizados nos organismos. No entender deles, isso não passa de um recurso *ad hoc* para salvar o programa adaptacionista. Mas também examinamos a réplica de Dennett (1995), segundo a qual, o que se deve analisar não são as características dos organismos em si mesmas, mas a referência ao grau ótimo, preconizado pela seleção natural, ou pela “Mãe Natureza”. O grau ótimo, contudo, sempre será limitado pelos materiais genéticos à disposição da seleção.

A seleção natural é como um *bricoleur* que, ao remodelar um artefato, tem em mente o melhor projeto para que esse artefato funcione da melhor maneira possível. Entretanto, os materiais à sua disposição o limitam e, nem sempre, ele poderá concretizar seu projeto de forma ótima. Essa é uma analogia que permite entender como a seleção natural otimiza as características dos organismos. Há de se aceitar que a resposta de Dennett é suficientemente boa para superar o impasse decorrente das críticas de Gould e Lewontin (1979), concernente ao apelo adaptacionista às compensações. Com essa resposta, é possível fazer as modificações pertinentes no que se refere à reavaliação do adaptacionismo no que tange, especificamente, ao aspecto (1), com o intuito de melhorá-lo.

É importante nos atermos agora ao aspecto (2) que, para os propósitos destas considerações finais, merece um pouco mais de atenção. Quando se afirma que algo é principal em relação a outras coisas, isso não implica exclusão dessas outras coisas. Dessa forma, dizer que a seleção é o principal processo evolutivo significa dizer que ela tem um *status* diferenciado, com referência aos demais. Essa pressuposição não ignora, evidentemente, a importância e a influência dos outros mecanismos no processo evolutivo. Mas, o que garantiria esse caráter especial, atribuído ao processo descoberto por Darwin? Uma resposta, em poucas palavras, seria: o seu poder criativo.

Na seção anterior tematizamos esse poder criativo da seleção natural, que seria a capacidade de fazer com que uma característica nova apareça em uma população, aumentando a probabilidade de uma mutação ocorrer. Para tanto, a seleção mudaria o pano de fundo

genético sobre o qual os mecanismos de mutação e recombinação atuam para gerar variantes orgânicas (Godfrey-Smith, 2009b). Essa pressuposição, se verdadeira, já garante um *status* diferenciado ao processo darwiniano. Sem a ação da seleção, a diversidade das formas orgânicas, provavelmente, não seria tão exuberante.

Não obstante, Gould (2001) oferece uma explicação concernente ao aumento da complexidade orgânica que minimiza o pressuposto de que a seleção tem um poder criativo. Ela está pautada no que ele denominou “paredes direita e esquerda” e vincula-se à sua conhecida ideia de restrições que direcionam tanto processos filogenéticos quanto ontogenéticos. Sua argumentação se baseia em cálculos estatísticos cujos resultados são apresentados de forma assimétrica³⁷ em torno de uma determinada medida de tendência central com dispersão para a direita ou para a esquerda dentro de sistemas completos.³⁸ Essas tendências devem ser vistas como resultado da variação que se expande ou se contrai, em vez de entidades concretas que se deslocam numa direção definida. Elas complementarizam as explicações de cunho evolutivo sem terem como referência as medidas estatísticas abstratas de valor médio ou de tendência central, os chamados tipos abstratos ou platônicos.

A parede esquerda indica o modo mais simples de existência orgânica em termos físicos, de modo que uma simplicidade ainda maior seria impossível. Considerando nesse cenário que os mecanismos de evolução já estejam presentes, a parede esquerda dá a margem de distribuição da variação com desvio para a parede direita da complexidade ou “tendência direcionada”, nas palavras de Gould. O processo inverso também é possível quando os limites da parede direita (complexidade máxima) dão a margem de distribuição da variação com desvio para a parede esquerda.

A espécie humana, por sua complexidade, encontra-se mais próxima dos limites da parede direita. Mas essa condição não lhe dá qualquer vantagem em comparação a outros organismos. Nós somos apenas mais uma espécie dentre tantas outras, com a única diferença

³⁷ Uma distribuição assimétrica é semelhante à distribuição apresentada na figura 11 e pode ser positiva ou negativa. A figura 11 apresenta uma distribuição positiva; uma distribuição negativa teria a cauda (ver nota 39) voltada para o lado esquerdo. Já uma distribuição simétrica tem um eixo de simetria que divide o gráfico em duas partes iguais, com caudas, também simétricas, para ambos os lados. Nessa distribuição, há a coincidência dos valores da média, da moda e da mediana, que indicam onde os dados estão mais concentrados.

³⁸ Em um sentido comum, pode-se assumir que a expressão ‘sistema completo’ faz referência a um conjunto de elementos interconectados, de modo a formar um todo organizado, no qual as partes ou os elementos mantêm relações entre si. Como se vê, essa expressão está vinculada à visão holista de Gould, segundo a qual os organismos devem ser entendidos como um todo complexo, um fenômeno único, isto é, irredutível a suas partes. Mas, nesse argumento, parece que ele leva essa concepção ao extremo, assumindo o pressuposto de que o conjunto de todos os organismos, do passado e do presente, forma um sistema completo. Cada espécie deve ser vista, então, como uma entidade concreta que se move em uma direção específica dentro desse sistema.

de que nos situamos no extremo de uma pequena cauda³⁹ direita de complexidade (figura 11), mas como resultado de um processo accidental e não como resultado principal do processo evolutivo.

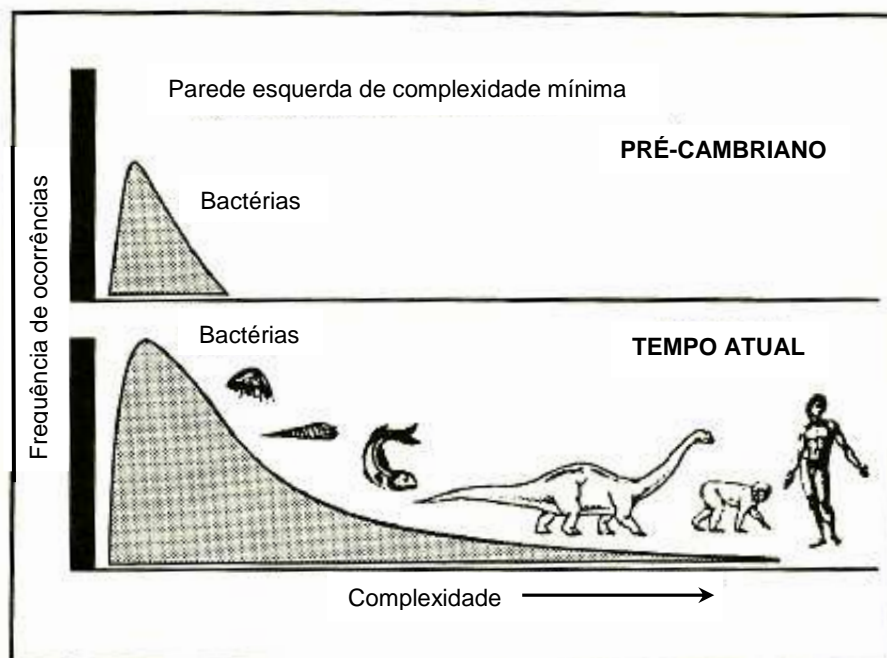


Figura 11 – retirada de Gould, 2001, p. 235.

Se Gould está correto quanto à sua explicação acerca do aumento da complexidade orgânica, a seleção natural perderia seu *status* especial e passaria a ser um processo evolutivo como os outros. Isso porque o poder criativo da seleção teria pouca influência dentro do cenário apresentado por Gould, tendo em vista que o aparecimento da complexidade orgânica – e mesmo o “retorno” a uma complexidade menor, limitada pela parede direita – se dá porque há uma tendência de aumento da complexidade demarcada pelos limites da parede esquerda, mas que também pode ser limitada pela parede direita, representando complexidade máxima. Além disso, o aparecimento das formas orgânicas tal qual conhecemos hoje é fortuito, tendo em vista que o processo evolutivo poderia produzir outras formas inteiramente diferentes. É nesse contexto que cabe a famosa experiência de pensamento de Gould sobre a hipótese de a árvore da vida ser replantada a partir da semente e criada do mesmo modo e sob condições similares. Não teríamos qualquer garantia de que os organismos resultantes seriam parecidos com os que conhecemos hoje.

³⁹ Termo da estatística que faz menção a um desvio assimétrico para a direita ou para a esquerda em torno de uma determinada medida de tendência central.

Como se observa, ainda, na figura 11, o modo predominante da vida existente é o bacteriano. A espécie humana, nesse sentido, não pode ser a referência principal para uma explicação evolutiva das formas orgânicas apenas por estar na extremidade da cauda direita de complexidade. A linhagem hominínea representa tão somente uma entidade concreta movendo-se numa direção definida. Por conta disso é que Gould aponta o erro de algumas explicações sobre a evolução que se fundamentam naquelas espécies que se situam na cauda direita, e não no conjunto de todos os organismos existentes e que já existiram ou, como ele diz, no “sistema completo”.⁴⁰

As críticas e sugestões de Gould são bastante incisivas e se fossem aceitas inteiramente comprometeriam as argumentações desta dissertação. Mas o fato é que a proposta de Gould não responde a todos os problemas relacionados à complexidade das formas orgânicas e ao poder criativo da seleção. É difícil admitir que a complexidade orgânica resulta apenas de uma tendência que pode ser medida em termos de probabilidades estatísticas, ignorando o papel de outros processos evolutivos, especialmente a seleção. A espécie humana, por exemplo, é mais complexa que os chimpanzés. Por quê? Essa pergunta não é banal. Infelizmente, a maior dificuldade que se evidencia com essa questão é o fato de que ainda não existem fundamentos consistentes para uma resposta aceitável. Apelar para a noção de paredes direita e esquerda não é suficiente. Parece ser improvável, por exemplo, que nossas capacidades intelectuais – que nos permitem produzir culturas e conhecimentos bem mais aprimorados do que em qualquer outra espécie existente – surgiram apenas por conta de uma mera acumulação de mutações e recombinações genéticas possíveis dentro de um “espaço” delimitado por paredes que direcionam a tendência para um grau maior ou menor da complexidade. Porém, acredito que o poder criativo da seleção pode lançar luz sobre esse problema.

A complexidade também resultaria do poder criativo da seleção? Se a resposta for sim, então poderíamos entender que os diferentes graus de complexidade nos organismos existem porque a seleção atuou nesse processo. O exemplo das protoasas citado na seção 6.4 não representa, propriamente, um aumento de complexidade pela aquisição de uma nova característica. Não obstante, considerando que esse poder criativo tenha caracterizado a seleção desde sempre, não seria estranho supor que, ao longo de milhares de anos, a diferença de complexidade entre os peixes pulmonados e os humanos, por exemplo, foi acentuada porque a seleção possibilitou que seguíssemos um percurso evolutivo muito diferente do dos

⁴⁰ As variações cegas que podem gerar espécies diferenciadas se dão dentro dos limites da(s) tendência(s) desse sistema, indicados pelas paredes direita ou esquerda que mostram o desvio a que se submetem essas variações.

peixes pulmonados; porque ela induziu o aparecimento de determinadas características, aumentando a probabilidade de certas mutações ocorrerem que definiram, ao longo desses milhares de anos, o grau de complexidade de cada uma dessas espécies.

Evidentemente, há outros problemas inseridos nessa discussão, dentre os quais, o que faz referência à medida do aumento da complexidade. Como medir o aumento da complexidade? Apelar para a ideia de que os organismos mais complexos requerem informações genéticas mais longas não é satisfatório, afirmam Maynard-Smith e Szathmáry (2001, p. 5), pois os peixes pulmonados, por exemplo, têm uma cadeia genética bem maior do que a humana. A complexidade, portanto, deve ser medida por meio de outro critério. Retomando a discussão da seção 6.4, poderíamos considerar que esse critério poderia estar no modo como o poder criativo da seleção afeta o pano de fundo genético de uma população. Como foi dito, a seleção natural é capaz de remodelar o pano de fundo sobre o qual a mutação e a recombinação operam, alterando o que essas fontes de variação podem produzir. Nessas condições, uma rara sequência de genes pode tornar-se comum em uma população na medida em que a seleção amplia a probabilidade de que uma característica específica apareça. Se isso, de fato, ocorre, então poderia ser dito que a complexidade nada tem a ver com o tamanho da cadeia genética, mas com as sequências de genes apropriadas que permitiriam o seu aumento. Infelizmente, o que pode ser dito com certeza, por enquanto, é que essas especulações estão longe de se tornarem explicações plausíveis.

Outro aspecto que a proposta de Gould não abarca faz referência à complexidade gerada, aparentemente, em decorrência de um organismo passar a fazer parte de um sistema maior; e, mais intrigante ainda, associado a isso, a tendência a “transferir” sua aptidão para esse sistema de nível mais elevado. Um dos casos mais conhecidos é o das mitocôndrias que, possivelmente, viviam de forma independente, mas, por alguma razão, tornaram-se organelas das células eucarióticas para exercerem uma função especializada de produzir energia por meio da síntese de enzimas.

Esse processo não tem qualquer relação com a proposta das paredes direita e esquerda, apresentada por Gould. A sugestão de Godfrey-Smith (2009a) para explicar essa transição pressupõe o requisito segundo o qual a noção de população darwiniana⁴¹ é bem mais ampla do que aparenta e, por essa razão, deve abranger todos os níveis existentes das formas orgânicas. Nesse sentido, há populações darwinianas de moléculas de DNA, de células, de organismos multicelulares, dentre outras. Porém, existe uma diferença marcante entre elas. Algumas

⁴¹ Por população darwiniana entende-se, segundo Godfrey-Smith, “uma coleção de coisas particulares que tem a capacidade de sofrer evolução por meio da seleção natural.” (2009a, p. 6).

populações são paradigmáticas, outras são darwinianas em um sentido mínimo e, ainda, existem as marginais. Para entender a diferença entre essas populações deveriam ser expostos aqui os oito parâmetros a partir dos quais Godfrey-Smith classifica as diversas populações existentes, mas isso não vem ao caso, pois suscitaria uma discussão que está fora dos limites desta dissertação.

A compreensão dessa discussão se conecta também à noção de ‘transições em individualidade’,⁴² que são as “transições que envolvem a origem de novos tipos de indivíduos biológicos. Dois exemplos cruciais são a evolução das células eucariontes e a evolução da multicelularidade.” (Godfrey-Smith, 2009a, p. 122. Ver também nota 34 desta dissertação). Organismos multicelulares formam populações darwinianas, ao passo que as células que compõem esses organismos são populações marginais ou desdarwinizadas,⁴³ tendo em vista que a reprodução dessas células apenas promove a permanência do indivíduo por elas constituído (as células que compõem nossos corpos, por exemplo, são totalmente renovadas a cada seis anos, aproximadamente). Godfrey-Smith acrescenta, ainda, que em cada transição, a dinâmica darwiniana adquire uma conformação própria. Nesse sentido, a dinâmica evolutiva para os organismos unicelulares é diferente da dinâmica que envolve os multicelulares.

Esses últimos parágrafos trataram de um tema bastante interessante, presente em discussões contemporâneas da biologia evolutiva. No que se refere a essa temática, minha tendência, hoje, é aceitar que: 1) a seleção natural tem um papel importante para a ocorrência das transições em individualidade; 2) cada transição ocorrida ao longo da história evolutiva resultou em aumento de complexidade orgânica. Nenhum desses dois pontos é óbvio. Porém, se eles estiverem corretos, podem complementar a abordagem de Gould, conforme perspectivas apresentadas nos parágrafos precedentes. Entretanto, essa é uma discussão que, por sua abrangência, ultrapassa os limites do tema desta dissertação e seria imprudência da minha parte insistir nesse debate. Pretendo desenvolvê-la melhor em trabalhos futuros.

Voltemos, então, para o foco principal destas considerações finais, que é a plausibilidade da ideia de que a seleção tem um *status* especial em comparação a outros mecanismos evolutivos por conta do seu poder criativo. Conforme essa ideia, a seleção não

⁴² A expressão ‘transições em individualidade’ está sendo usada por Godfrey-Smith no mesmo sentido usado por Michod em sua obra, de 1999, *Darwinian Dynamics: Evolutionary Transitions in Fitness and Individuality*. É um sentido restrito do conceito de ‘principais transições’ (*major transitions*), cunhado por Sterelny e Calcott em *Major Transitions in Evolution Revisited*.

⁴³ Termo usado por Peter Godfrey-Smith (2009a) que indica a “transferência” da aptidão de um nível populacional para um nível mais elevado.

poderia ser minimizada em favor de outros processos. Sendo assim, a importância que o programa adaptacionista dá à seleção parece ser justificada. Mas como foi sugerido desde o início deste trabalho, há de se reformular o conceito de adaptacionismo com base nas discussões mostradas nesse longo percurso. Para tanto, retomo a segunda epígrafe desta dissertação:

A honestidade intelectual não consiste em tentar abrir trincheiras ou estabelecer uma posição, comprovando-a (ou “probabilizando-a”) – a honestidade intelectual consiste antes na especificação precisa das condições em que um indivíduo está disposto a desistir da sua posição. (Lakatos, 1999, p. 10).

O que se viu aqui não foi, obviamente, a desistência de uma posição, mas a reavaliação de uma postura. O adaptacionismo pode agora ser entendido como um tipo de programa comprometido com a concepção de que a seleção natural é o principal processo, capaz de explicar – ao lado de outros mecanismos evolutivos e, com base em conhecimentos bem estabelecidos – o que possivelmente aconteceu para que um dado organismo, sempre com referência a um grau ótimo e com suas características correntes, tenha respondido bem às pressões ambientais.

Essa proposta de reavaliação do programa adaptacionista acrescenta à definição mencionada no final da página 119 e início da 120 outros elementos de cunho epistemológico e metodológico, debatidos ao longo deste trabalho, e que são aceitos por grande parte da comunidade científica. Com esses elementos inseridos nessa definição é possível notar, mesmo que de forma geral, os vínculos que as explicações adaptacionistas podem ter com conhecimentos de outras áreas da ciência que as tornam mais plausíveis. Assim, fica mais fácil rebater as críticas que o adaptacionismo vem recebendo desde a publicação do artigo de 1979 de Gould e Lewontin, bem como justificar, sob o ponto de vista filosófico, a adoção desse programa em vários estudos contemporâneos, seja no âmbito puramente biológico, seja com referência à evolução cultural e/ou da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, N. *Dicionário de Filosofia*. Martins Fontes, São Paulo, 1999.

ABRANTES, P. *O Programa de Uma Epistemologia Evolutiva*. Curitiba: Revista de Filosofia, v 16, nº 18, janeiro/junho, 2004, pp. 11-55.

ABRANTES, P. & ALMEIDA, F. *Evolução Humana: A Teoria da Dupla Herança*. Em: ABRANTES, P. [et al.]. *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011, pp. 261-295.

AYER, A.J. *El Criterio Empirista de Significado*. Em: *El Positivismo Logico*. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1965.

BRANDON, R. *Adaptation and Evolutionary Theory*. Em: SOBER, E. (Ed.). *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Cambridge: MIT Press, 1986, pp. 58-82.

_____. *Adaptation and Environment*. New Jersey: Princeton University Press, 1995.

CAPONI, G. *Como Pensam as Espécies?*. Porto Alegre: Episteme, v. 11, n. 24, jul./dez. 2006, pp. 245-267.

_____. *Aproximação Epistemológica à Biologia Evolutiva do Desenvolvimento*. Em: ABRANTES, P. [et al.]. *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011a, pp. 211-223.

_____. *La Segunda Agenda Darwiniana: contribución preliminar a la historia del programa adaptacionista*. México, DF: Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano, 2011b.

CHEDIAK, K. *Função e Explicações Funcionais em Biologia*. Em: ABRANTES, P. [et al.]. *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011, pp. 83-96.

COPI, I. *Introdução à Lógica*. São Paulo: Mestre Jou, 1978.

CRONIN, H. *Adaptation: a critique of some current evolutionary thought*. Em: *The Quarterly Review of Biology*. London: Centre for Philosophy of Natural and Social Science, 80 (1), 2005, pp. 19-26.

CUMMINS, R. *Functional Analysis*. Em: SOBER, E. (Ed.). *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Cambridge: MIT Press, 1986, pp. 386-407.

DARWIN, C. *On the Origin of Species*. London: Penguin Books, 2009.

_____. *A Origem das Espécies*. São Paulo: Folha de São Paulo, 2010a.

_____. *The Descent of Man*. New York: Dover, 2010b.

DAWKINS, R. *The Extended Phenotype: the long reach of the gene*. New York: Oxford University Press, 1999.

_____. *O Gene Egoísta*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

_____. *A Grande História da Evolução*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

DENNETT, D. C. *The Intentional Stance*. Cambridge: MIT Press, 1989.

_____. *Darwin's Dangerous Idea: evolution and the meanings of life*. New York: Simon & Schuster, 1995.

FURTADO, G. *O Cérebro do Ganso e o Tórax do Gafanhoto*. Disponível em: <<http://biologiaevolutiva.wordpress.com/2010/03/27/>>. Acesso em: 3 nov. 2010.

GINNOBILI, S. & BLANCO, D. *Gould y Lewontin Contra El Programa Adaptacionista: Elucidación de Críticas*. São Paulo: Scientiæ Studia, v. 5, n. 1, 2007, pp. 35-48.

GODFREY-SMITH, P. *Complexity and the Function of Mind in Nature*. New York: Cambridge University Press, 1998.

_____. Three Kinds of Adaptationism. Em: ORZACK, S. H.; SOBER, E. (Eds.). *Adaptationism and Optimality*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, pp. 335-357.

_____. *Darwinian Populations and Natural Selection*. New York: Oxford University Press, 2009a.

_____. *What Darwinism Explains*. Cambridge: University of Cambridge, for the Darwin Festival, July 2009b. Disponível em: <<http://www.thedivineconspiracy.org/Z5229P.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

GONZÁLEZ, F. O Problema da Espécie 150 Anos Depois de *A Origem*. Em: ABRANTES, P. [et al.]. *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011, pp. 97-122.

GOULD, S. J. *Lance de Dados: a ideia de evolução de Platão a Darwin*. Rio de Janeiro: Record, 2001.

_____. *Darwin e os Grandes Enigmas da Vida*. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

GOULD, S. J. & LEWONTIN, R. C. *The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: a critique of the adaptationist programme*. Londres: Proc. R. Soc. B **205**, 1979, pp. 581-598.

GOULD, S. J. & VRBA, E. *Exaptation - a missing term in the science of form*. Boulder: Paleobiology, vol. 8, nº 1, 1982, pp. 4-15.

HEMPEL, C. *Filosofia da Ciência Natural*. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

JABLONKA, E. e LAMB, M. J. *Evolução em Quatro Dimensões*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

KITCHER, P. *Abusing Science: The case against creationism*. Massachusetts Institute of Technology: Maple-Vail, 11th printing, 1999.

KUHN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LAKATOS, I. *Falsificação e Metodologia dos Programas de Investigação Científica*. Lisboa: Edições 70, 1999.

LALAND, K. N. & BROWN, G. R. *Sense and Nonsense: Evolutionary Perspectives on Human Behaviour*. New York: Oxford University Press, 2002.

LALAND, K. N. & KENDAL, J. R. & BROWN, G. *The Niche Construction Perspective: Implications for evolution and human behaviour*. JEP, vol. 5, 2007, pp. 51–66. Disponível em: <http://lalandlab.st-andrews.ac.uk/pdf/NC_JEP.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2010.

LALAND, K. N. & STERELNY, K. *Perspective: Seven Reasons (not) to Neglect Niche Construction*. Evolution, v. 60, n. 9, 2006, pp. 1751-1762. Disponível em: <<http://www.bi.ku.dk/cse/ep/VLalandAndSterelny2006.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2010.

LEWONTIN, R. Adaptation. Em: SOBER, E. (Ed.). *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Cambridge: MIT Press, 1986, pp. 235-251.

_____. *A Tripla Hélice*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

LORENZANO, P. *Leyes Fundamentales y Leyes de la Biología*. São Paulo: Scientiæ Studia, v. 5, n. 2, pp. 185-214, 2007.

_____. Leis e Teorias em Biologia. Em: ABRANTES, P. [et al.]. *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011, pp. 53-82.

MAYNARD SMITH, J. Optimization Theory in Evolution. Em: SOBER, E. (Ed.). *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Cambridge: MIT Press, 1986, pp. 289-315.

MAYNARD SMITH, J & SZATHMÁRY, E. *The Major Transition in Evolution*. New York: Oxford University Press, 2001.

MAYR, E. *O Desenvolvimento do Pensamento Biológico*. Brasília: UnB, 1998.

_____. *Biologia, Ciência Única*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

_____. *Isto é Biologia: A Ciência do Mundo Vivo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

_____. *O que é a Evolução*. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

O'BRIEN, S. J e JOHNSON, W. E. *A Evolução dos Gatos*. Em: Scientific American Brasil. São Paulo: Duetto, edição 63, agosto de 2007.

ODLING-SMEE, F. J. & LALAND, K. N. & FELDMAN, M. W. *Niche Construction*. New Jersey: Princeton University Press, 2003.

_____. *Niche Construction: the neglected process in evolution*. Disponível em: <<http://www.nicheconstruction.com/>>. Acesso em: 1 jun. 2010.

PIEVANI, T. *Introdução à Filosofia da Biologia*. São Paulo: Loyola, 2010.

POPPER, K. A Demarcação Entre Ciência e Metafísica. Em: CARRILHO, M. *Epistemologia: Posições e Críticas*. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1991, pp. 201-265.

_____. *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: Cultrix, 2002.

_____. *Conjecturas e Refutações*. Brasília: UnB, 5ª edição, 2008.

PSILLOS, S. *Causation & Explanation*. Montreal & Kingston: McGill-Queen's University Press, 2002.

ROSENBERG, A. *The Structure of Biological Science*. New York: Cambridge University Press, 1985.

_____. *Introdução à Filosofia da Ciência*. São Paulo: Loyola, 2009.

SALMON, W. *Causality and Explanation*. New York: Oxford University Press, 1998.

SCHLICK, M. A Causalidade na Física Atual. Em: MARICONDA, P. *Coletânea de Textos*. São Paulo: Abril Cultural, 1975, pp. 9-43.

SEARLE, J. *Intencionalidade*. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

SEPÚLVEDA, C. [et al.]. Adaptacionismo. Em: ABRANTES, P. [et al.]. *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011, pp. 162-192.

SOBER, E. *Philosophy of Biology*. 2nd edition, Boulder: Westview Press, 2000.

_____. Filosofia da Biologia. Em: BUNNIN, N & T-SUI-JAMES, E. P. (Orgs). *Compêndio de Filosofia*. São Paulo: Loyola, 2002, pp. 339-367.

WRIGHT, L. Functions. Em: SOBER, E. (Ed.). *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Cambridge: MIT Press, 1986, pp. 347-368.