UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E COMPORTAMENTO

MARGARETH YURI TAKEUCHI

**Sobre a centralidade do sistema nervoso nos organismos e a formação da Etologia
no final do século XIX**

São Paulo

2019

MARGARETH YURI TAKEUCHI

**Sobre a centralidade do sistema nervoso nos organismos e a formação da Etologia
no final do século XIX**

Tese apresentada ao Instituto de Psicologia da
Universidade de São Paulo, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Doutora em
Neurociências e Comportamento

Área de Concentração: História da Neurociência

Orientador: Professor Doutor
Francisco Rômulo Monte Ferreira

São Paulo

2019

Nome: TAKEUCHI, M. Y. **Sobre a centralidade do sistema nervoso nos organismos e a formação da Etologia no final do século XIX.** Tese apresentada ao Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Neurociências e Comportamento.

Aprovado(a) em:

Banca Examinadora

Prof. Dr(a). _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr(a). _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr(a). _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr(a). _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr(a). _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao Professor César Ades (*In memoriam*) e a todos que tornaram possível esta jornada pela História da Ciência.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dr. Maria Inês Nogueira, por ter me aberto as portas do seu laboratório e ter sido a minha orientadora no mestrado e no início do doutorado pelo programa de pós-graduação em Neurociências e comportamento do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

Ao Prof. Dr. Francisco Rômulo Monte Ferreira, pela sua orientação, confiança e amizade desde o tempo da graduação.

A todos os Professores com os quais tive a oportunidade de conviver e conhecer durante a pós-graduação.

A todos os colegas que conheci e amigos que pude fazer durante a pós-graduação.

À família USPIANA que me acolheu e auxiliou em vários momentos, seja prestando informações quando estava com dúvidas quanto a como/quando/onde, ou tirando uma cópia de material.

À minha família humana e aos “filhos” das mais diversas espécies com os quais pude conviver e que me tornaram uma pessoa melhor.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo financiamento da bolsa de doutorado que possibilitou a execução desta tese - Código de Financiamento 001.

O Homem é um Animal Irracional

1. O homem é um animal irracional, exatamente como os outros. A única diferença é que os outros são animais irracionais simples, o homem é um animal irracional complexo. É esta a conclusão que nos leva a psicologia científica, no seu estado atual de desenvolvimento. O subconsciente, inconsciente, é que dirige e impera, no homem como no animal. A consciência, a razão, o raciocínio são meros espelhos. O homem tem apenas um espelho mais polido que os animais que lhe são inferiores.

2. Sendo assim, toda a vida social procede de irracionalismos vários, sendo absolutamente impossível (exceto no cérebro dos loucos e dos idiotas) a ideia de uma sociedade racionalmente organizada, ou justiceiramente organizada, ou, até, bem organizada.

3. A única coisa superior que o homem pode conseguir é um disfarce do instinto, ou seja, o domínio do instinto por meio de instinto reputado superior. Esse instinto é o instinto estético. Toda a verdadeira política e toda a verdadeira vida social superior é uma simples questão de senso estético, ou de bom gosto.

4. A humanidade, ou qualquer nação, divide-se em três classes sociais verdadeiras: os criadores de arte; os apreciadores de arte; e a plebe. As épocas maiores da humanidade são aquelas em que sobressaem os criadores de arte, mas não se sabe como se realizam essas épocas, porque ninguém sabe como se produzem homens de gênio.

5. Toda a vida e história da humanidade é uma coisa, no fundo, inteiramente fútil, não se percebe para que há, e só se percebe que tem que haver.

6. A plebe só pode compreender a civilização material. Julgar que ter automóvel é ser feliz é o sinal distintivo do plebeu.

O homem não sabe mais que os outros animais; sabe menos. Eles sabem o que precisam saber. Nós não.

Fernando Pessoa in 'Reflexões Sobre o Homem - Textos de 1926-1928.

RESUMO

TAKEUCHI, M. Y. **Sobre a centralidade do sistema nervoso nos organismos e a formação da Etologia no final do século XIX.** 2019. 182 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Como uma contribuição para a história do pensamento científico e, especificamente, para a epistemologia da Etologia e da Neurociência, esta pesquisa buscou identificar historicamente o processo de constituição da Etologia a partir do final do século XIX quando foi formulada a ideia de que padrões de comportamento característicos das espécies dos seres vivos (como, por exemplo, os movimentos durante a corte no período de acasalamento), permitiam sua utilização com específico valor taxonômico para a classificação dos seres vivos, que até então se limitava a utilização de padrões de características anatômicas. Esse processo de busca procura resgatar as origens históricas e avaliar o quanto do processo de formação dos conceitos da Etologia está relacionado com o da Neurociência, destacando a tarefa de reconstrução do conhecimento a partir da análise dos acontecimentos nessas duas áreas. O processo de formação da Neurociência está ligado à constituição da teoria (ou doutrina) neuronal, comumente associada ao nome do médico e histologista espanhol Santiago Ramón y Cajal (1852-1934). Os trabalhos de Cajal são considerados ponto de inflexão nas pesquisas em Neurociência, uma vez que a formulação da teoria neuronal era uma oposição à proposta de que o tecido nervoso é constituído por redes contínuas formadas por células nervosas, a teoria reticularista, que tinha como um dos mais fervorosos defensores o médico e histologista italiano Camillo Golgi (1843-1926). Será dada atenção ao reconhecimento dos desenvolvimentos simultâneos de debates e avanços no estabelecimento das duas áreas devido à proeminência de um novo quadro conceitual que inicia o seu processo de formação a partir das teorias evolutivas propostas pelo naturalista britânico Charles Robert Darwin (1809-1882). A partir dessa leitura, visa-se identificar os pontos de intersecção entre o estabelecimento da Etologia e da Neurociência, as quais começaram os seus processos de constituição como novas áreas de pesquisa científicas nas décadas finais do século XIX e que se consolidaram no século XX.

Palavras-chave: Comportamento animal. História da Etologia. História da Neurociência. História da Ciência. Evolução.

ABSTRACT

TAKEUCHI, M. Y. **Sobre a centralidade do sistema nervoso nos organismos e a formação da Etologia no final do século XIX.** 2019. 182 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

As a contribution to the history of scientific thought and specifically to the epistemology of ethology and neuroscience, this research sought to identify historically the process of constitution of ethology from the late nineteenth century on when the idea that behavior patterns characteristics of living species (such as movements during courtship during the mating period) allowed their use with specific taxonomic value for the classification of living beings, which until then was limited to the use of anatomical feature patterns. This search process seeks to retrieve the historical origins and evaluate how much of the process of formation of the concepts of ethology is related to that of neuroscience, highlighting the task of reconstructing knowledge from the analysis of events in these two areas. The process of neuroscience formation is linked to the constitution of neuronal theory (or doctrine), commonly associated with the name of the Spanish physician and histologist Santiago Ramón y Cajal (1852-1934). Cajal's work is considered a turning point in neuroscience research, since the formulation of the neuronal theory was in opposition to the proposal that nervous tissue consists of continuous networks formed by nerve cells, the reticularist theory, which had as its most ardent defenders the Italian physician and histologist Camillo Golgi (1843-1926). Attention will be given to recognizing the simultaneous developments of debates and advances in the establishment of the two areas due to the prominence of a new conceptual framework that begins its formation process from the evolutionary theories proposed by the British naturalist Charles Robert Darwin (1809-1882). From this standing point, the aim is to identify the points of intersection between the establishment of ethology and neuroscience, which began their processes of constitution as new areas of scientific research in the late nineteenth century and consolidated in the twentieth century.

Keywords: Animal behavior. History of Ethology. History of Neuroscience. History of Science. Evolution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ilustração feita por Descartes mostrando o mecanismo de ação de afastamento do pé próximo de uma fogueira de acordo com a teoria do <i>undulatio reflexa</i>	48
Figura 2 - Esboço feito por Darwin da ‘árvore da vida’ em um manuscrito de 1837.....	60
Figura 3 - Prancha com fotografias do livro <i>Mecanisme de la physionomie Humaine</i> ...	84
Figura 4 - Cão se aproxima de outro cão com intenções hostis.....	88
Figura 5 - O mesmo cão em um estado de espírito humilde e afetivo.....	89
Figura 6 - O modelo psico-hidráulico “a” é o modelo original elaborado por Lorenz em 1950 e o modelo “b” o modelo modificado por Lorenz em 1981.....	120
Figura 7 - Gaivota de cabeça negra prestes a remover a casca de ovo vazia.....	122
Figura 8 - Uma definição da Frenologia com mapa das faculdades mentais.....	136
Figura 9 - Desenho publicado em 1719 por Leeuwenhoek mostrando parte de um nervo de uma vaca ou carneiro.....	145
Figura 10 - Ilustrações originais de Cajal, exibindo os espinhos dendríticos de uma célula cerebelar de Purkinje, extraídos do material de Golgi.....	151

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.2 Uma visão geral da Etologia, a Ciência que estuda o comportamento animal.....	21
1.3 Histórico do Estudo do Comportamento Animal.....	27
2. ANTES E DEPOIS DAS TEORIAS PROPOSTAS POR DARWIN.....	51
3. O CONCEITO DE INSTINTO E A ETOLOGIA.....	67
4. A ORIGEM DIVINA DAS EXPRESSÕES <i>VERSUS</i> AS TEORIAS DAS EMOÇÕES DE DARWIN.....	82
5. O INÍCIO DOS ESTUDOS DO COMPORTAMENTO ANIMAL E DO SISTEMA NERVOSO NO FINAL DO SÉCULO XIX.....	87
6. OS ‘PRECURSORES’ DA ETOLOGIA.....	96
7. A CONSOLIDAÇÃO DA ETOLOGIA NO SÉCULO XX.....	108
8. SISTEMA NERVOSO E COMPORTAMENTO.....	125
9. AS TEORIAS PROPOSTAS POR DARWIN E A NEUROCIÊNCIA.....	146
10. CONCLUSÃO.....	159
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	164

Os homens devem saber que do encéfalo, e apenas do encéfalo, surgem nossos prazeres, alegrias, risos e pilhérias, assim como nossas tristezas, dores, lutos e lágrimas. É especialmente por meio dele que pensamos, vemos, ouvimos e distinguimos o feio do belo, o mau do bom, o agradável do desagradável... É a mesma coisa que nos faz loucos ou delirantes, que nos inspira com apreensão e medo, seja à noite ou durante o dia, que nos traz insônia, erros inoportunos, ansiedade sem objetivo, distrações e atos contrários aos nossos hábitos. Essas coisas que sofremos, todas vêm do encéfalo quando não está saudável e se torna anormalmente quente, frio, úmido ou seco, ou sofre qualquer outro estado não natural, ao qual não estava acostumado. A loucura vem de sua umidade. Quando o encéfalo está anormalmente úmido, ele se move por necessidade, e, quando se move, nem a visão nem a audição estão estáveis, mas vemos ou ouvimos agora uma coisa e então outra, e a língua fala de acordo com as coisas vistas e ouvidas em qualquer ocasião. Mas, quando o encéfalo está parado, um homem pode pensar adequadamente.

Atribuído a Hipócrates

Século V a.C.

1 – INTRODUÇÃO

Tendo em vista que a essência da ciência é o processo continuado de solução de problemas na busca de um entendimento do mundo em que vivemos, uma história da ciência é antes de tudo uma história dos problemas da ciência e de sua solução, ou de soluções tentadas. Mas ela é também uma história do desenvolvimento dos princípios que formam a estrutura conceitual da ciência. Como as grandes controvérsias do passado muitas vezes se estendem até a ciência moderna, muitos problemas atuais não poderão ser plenamente entendidos sem uma compreensão da sua história.

Ernst Mayr¹

A curiosidade natural aliada a uma busca contínua por explicações que nos auxilie a compreender os fenômenos do nosso mundo interior e exterior além da necessidade de proposição de ações para o enfrentamento das grandes questões ao longo da história das civilizações possibilitou o desenvolvimento da Ciência, uma construção depurada do conhecimento humano que passou, passa e continuará a passar por processos de mudanças desde os seus primórdios da história da humanidade até os dias vindouros. Um dos participantes e testemunho desse contínuo processo de mudanças na Ciência foi o naturalista britânico Charles Robert Darwin (1809-1882), que desde o início da sua juventude já cultivava o desejo de entender e explicar o que observava, e que relata em sua autobiografia se julgar alguém incapaz de seguir cegamente a liderança de outras pessoas, uma vez que tinha como objetivo, como explica Darwin (1958, p. 141), “[...] agrupar todos os fatos sob algumas leis gerais. Essas causas combinadas me deram a paciência de refletir ou ponderar por qualquer número de anos² sobre qualquer problema inexplicável”. Darwin reconhecia que a mudança de perspectiva e a necessidade de sacrificar hipóteses e ideias que lhe eram caras a contragosto era uma condição inerente e natural no processo de entendimento dos problemas, motivo pelo qual Darwin (1958, p. 141) se esforçava:

¹ O biólogo evolucionista alemão Ernst Walter Mayr (1904-2005), conhecido como o ‘Darwin do século XX’, segundo Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013, p. 106), “[...] trabalhou com uma grande variedade de temas: Ornitologia, Genética, Evolução, Classificação, História e Filosofia da Biologia. Esse cientista foi um dos gigantes do século XX e um ícone para a Biologia Evolutiva”.

² Uma comprovação disso é o fato de Darwin ter adiado por vinte anos a publicação de *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (deste ponto em diante *On the Origin of Species*). Em sua autobiografia, Darwin (1958, p. 124) relata que ganhou muito “[...] com meu atraso na publicação de aproximadamente 1839, quando a teoria foi claramente concebida, até 1859; e não perdi nada com isso, pois pouco importava se os homens atribuíam mais originalidade a mim ou a Wallace [Alfred Russel Wallace (1823-1913)]; e seu ensaio sem dúvida auxiliou na recepção da teoria”.

[...] continuamente para manter minha mente livre, de modo a desistir de qualquer hipótese, por mais amada que seja (e eu não posso resistir a formar uma sobre cada assunto), tão logo os fatos se mostrem opostos a ela. Na verdade, não tive escolha a não ser agir dessa maneira, pois, com exceção dos recifes de coral, não me lembro de uma única hipótese formada pela primeira vez que não tivesse depois de um tempo abandonado ou modificado.

Esse processo de mudança relatado por Darwin faz parte do processo de construção da Ciência, e também ocorre em áreas consolidadas recentemente, como a Neurociência no século XX, cujos pesquisadores estudam o sistema nervoso e o comportamento e caracterizada pelo corpo de conhecimento interdisciplinar dado à complexidade³ do sistema nervoso, que exerce uma dupla função, segundo Roth e Dicke (2013, p. 20), para “[...] a manutenção das funções “vitais” internas do organismo e o controle do comportamento desse organismo dentro de um determinado ambiente”. Muito embora a concepção de que esse sistema, constituído por bilhões de células especializadas, os neurônios, capazes de se interconectarem por meio de sinapses, regiões onde as informações são transferidas de um neurônio para outro majoritariamente por meio da liberação de substâncias químicas, os neurotransmissores, fazendo com que os neurônios interconectados formem um sistema de redes de circuitos neurais por onde circulam continuamente as diferentes informações que são posteriormente integradas de tal forma que possibilitam aos organismos vivos apresentarem classes de comportamentos como o reflexo⁴ (resposta estereotipada) e outros relacionados a questões como o forrageamento, a predação, a camuflagem, a

³ Esta pesquisa refuta a ideia de linearidade unidirecional progressista no processo evolutivo dos seres vivos, pois mesmo o processo de retrocesso de algumas funcionalidades pode ser fundamental para a adaptação e a sobrevivência de algumas espécies, como é o caso de uma espécie de salamandra encontrada nas águas subterrâneas das cavernas no sul da Europa, o *Proteus anguinus*, cuja adaptação a uma vida em escuridão completa no seu ambiente natural levou ao subdesenvolvimento dos olhos tornando o *Proteus* praticamente cego, embora ainda mantenha a sensibilidade à luz, e a eliminação da pigmentação da pele. Esta forma de adaptação frente às pressões ambientais do meio fez com que essa salamandra diminuísse os custos metabólicos tanto para a manutenção de um sistema visual como de pigmentação da pele, que são compensados por outros sentidos como o olfato e a audição, que são bastante desenvolvidos.

⁴ O reflexo envolve um estímulo específico que gera uma resposta automatizada também específica. O esquema anatômico é denominado de arco reflexo, formado por um receptor, o neurônio motor aferente, o neurônio motor eferente e o músculo efector. No caso dos recém-nascidos humanos, por exemplo, há um repertório de reflexos simples, como a sucção e a preensão palmar (fechamento firme da mão toda vez que a palma é estimulada com algum objeto), ações motoras automáticas involuntárias presentes ao nascimento e que são inibidos ao longo dos primeiros meses, sendo os precursores dos movimentos voluntários, que é quando surgem os reflexos posturais no bebê. Enquanto respostas automáticas a um determinado estímulo externo, os reflexos primitivos estão presentes no desenvolvimento motor normal de toda criança e produzem como resultado um conjunto de respostas automáticas específicas para cada estímulo específico.

reprodução, a migração, a vigilância, além de outros mais, com diferentes níveis de complexidade, em resposta às demandas das diversas espécies de seres vivos, esteja atualmente consolidada, historicamente foram necessários que vários séculos transcorressem antes que essa relação viesse a ser estabelecida.

E isso não deve causar estranheza, uma vez que no decorrer da história ocorreram frequentes movimentos das ideias tanto sobre o comportamento como o sistema nervoso, sendo que essas ideias não associavam necessariamente um termo ao outro, até a formação de uma massa crítica de conhecimentos sobre o sistema nervoso oriundos de uma ampla gama de observações, estudos e de experimentos que englobaram metodologias desenvolvidas para a exploração dos vários níveis do sistema nervoso, como o registro de sinais da superfície do cérebro durante a estimulação sensorial, a estimulação elétrica do cérebro para evocar movimentos, realizados por pesquisadores de diversas áreas, como a medicina, a química⁵ e a fisiologia, dentre outras, que nos ajudasse a entender, segundo Kandel et al. (2014, p. 5), como “[...] bilhões de células nervosas individuais no cérebro produzem comportamentos e estados cognitivos, e como essas células são influenciadas pelo ambiente, o que inclui a experiência social [...]”, que passaram a convergir em torno do eixo conceitual constituído pela Teoria (ou Doutrina) Neuronal, comumente associada ao médico e histologista Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), a qual prerroga a existência da unidade básica do sistema nervoso, o neurônio, elemento orientador que marca o início do processo de unificação dos estudos sobre o sistema nervoso.

⁵ Embora não tenha ocorrido no século XIX, um exemplo de como a química integrou-se à neurociência e considerado até os dias de hoje um dos episódios mais marcantes da história da neurociência é o da descoberta de uma substância biologicamente ativa na transmissão dos impulsos nervosos, a acetilcolina, pelo farmacêutico alemão Otto Loewi (1873-1961), que recebeu o Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1936 por sua pesquisa sobre as transmissões químicas dos impulsos nervosos. Em 1921, enquanto trabalhava como chefe do Departamento de Farmacologia da Universidade de Graz, Áustria, de acordo com Loewi (1925, p. 159), “O problema era saber se a estimulação de um nervo liberava uma substância química das terminações, que, por sua vez, era capaz de produzir o efeito observável na estimulação nervosa”. Loewi realizou um experimento no qual os corações de dois sapos foram isolados, um deles com os nervos vago e acelerador conectados ao primeiro coração e o segundo coração sem esses nervos conectados a ele. Em cada coração foi inserida uma pequena cânula de vidro contendo solução de Ringer. Por um período curto, o nervo vago conectado ao primeiro coração foi estimulado e teve como efeito a diminuição da frequência e da amplitude do batimento cardíaco, como era esperado. O conteúdo líquido deste primeiro coração foi transferido para o segundo, que se comportou exatamente como o primeiro, mesmo sem a estimulação do nervo vago. Quando o nervo acelerador do primeiro coração foi estimulado teve como efeito o aumento da frequência e da amplitude do batimento do coração; quando o conteúdo líquido foi transferido para o segundo, o efeito foi o mesmo, o que forneceu, segundo Bear, Connors e Paradiso (2002, p. 99), “[...] sólidas evidências em apoio ao conceito de sinapses químicas. Loewi mostrou que a estimulação elétrica de axônios que invavam o coração de sapos provocava a liberação de substâncias que podiam mimetizar os efeitos da estimulação nervosa sobre os batimentos cardíacos”.

Historicamente, a evolução no estudo do sistema nervoso se consolidou com o estabelecimento da Neurociência como uma área de pesquisa científica no século XX a partir do momento em que os pesquisadores chegaram à conclusão de que a melhor abordagem para o entendimento dos diferentes níveis de estudos que podiam ser feitos a partir da exploração do sistema nervoso, indo de células nervosas individuais até o substrato da cognição, de sistemas motores e sensoriais aos processos cognitivos, somente seria possível por meio de estudos realizados com um enfoque interdisciplinar por meio de uma combinação das abordagens tradicionais para a produção de uma nova síntese, uma nova perspectiva, sobre os estudos do sistema nervoso. Dentro de uma chave evolutiva, o resultado mais imediato desse processo de amalgamação dos conhecimentos foi a formação de um arcabouço conceitual constituído por saberes que se imbricavam e que foi elemento-chave no desenvolvimento de uma nova perspectiva quanto à dinâmica anátomo-funcional das estruturas nervosas envolvidas no comportamento uma vez que os achados provenientes desse conhecimento foram agregados aos estudos do comportamento dos animais não humanos (daqui por diante animais) e que foram posteriormente estendidos aos estudos do comportamento humano.

Exemplo disso é o estudo da agressividade⁶ nos animais, a qual possui uma clara função para a sobrevivência, seja essa agressividade de natureza defensiva, como quando o animal em uma tentativa de afugentar o seu adversário, segundo Lent (2010, p. 729), “[...] vocaliza, emite expressões faciais aterrorizantes, move-se ativamente - um conjunto de comportamentos estereotipados de defesa”, seja de natureza ofensiva, característica dos animais predadores, onde não há vocalizações, como no caso da agressividade de natureza defensiva, mas sim uma aproximação silenciosa da presa antes de desferir o seu ataque que é geralmente direcionado para as regiões vitais vulneráveis do corpo da presa, como a do pescoço. Já no caso dos seres humanos a agressividade perdeu grande parte da sua função original para a sobrevivência da espécie por conta das mudanças na estrutura da sua organização social, que tende a prover a sobrevivência dos seus membros, e do processo de evolução dos mecanismos cognitivos por meio dos quais os seres humanos adquiriram a capacidade de controlá-

⁶ O estudo da agressividade sob um enfoque evolutivo foi abordado no livro do médico e zoólogo austríaco Konrad Zacharias Lorenz (1903-1989) intitulado *On Aggression* (1963), no qual Lorenz acompanha a evolução desse comportamento no mundo animal e levanta questões consideradas polêmicas na época ao estender suas observações à humanidade ao considerar que os comportamentos sociais dos seres humanos podiam ser estudados comparativamente com os dos animais.

la⁷. Comportamentalmente, ao se comparar a agressividade dos animais com a dos seres humanos, há semelhanças que indicam a existência de mecanismos neurais em comum que foram preservados ao longo do processo evolutivo (LENT, 2010).

O desenvolvimento dos conceitos básicos que pautaram o início do processo de interpretação dos diferentes fenômenos comportamentais estudados em Etologia foi obtido a partir da observação do comportamento dos animais em seus ambientes naturais, pois a função adaptativa de um comportamento característico só pode ser adequadamente identificada quando se conhece, como afirma Carvalho (1988, p. 3), “[...] o modo de vida de um animal em seu ambiente natural - isto é, no ambiente onde estão presentes as pressões seletivas em relação às quais essa característica é adaptativa, e que, portanto explicam sua seleção”. É a partir desta ideia que decorre a ênfase do etólogo nos estudos naturalísticos do comportamento animal, isto é, aqueles que são realizados no ambiente natural (ou ambiente de evolução) dos animais, objeto de estudo dos etólogos, sendo que os aspectos envolvidos no estudo do comportamento somente podem ser entendidos como resultantes do processo evolutivo dos seres vivos sob a ação dessas pressões nos seus ambientes originais, pois a Etologia se desenvolveu tendo como pano de fundo a aplicação das ideias contempladas pelas teorias propostas por Darwin em sua obra mais conhecida, *On the Origin of Species* de 1859.

A curiosidade era a marca registrada de Darwin desde a infância, fazendo com que anos mais tarde ficasse impressionado com a diversidade e a complexidade dos fenômenos comportamentais, tanto que no processo de desenvolvimento das teorias da evolução Darwin julgou necessário, segundo Burghardt (2009, p. 104), “[...] mostrar que o comportamento - para Darwin não menos uma parte da biologia de uma espécie do que traços físicos - poderia ser interpretado à luz da seleção natural”. E foi esta a ideia que abriu a possibilidade de se estudar o comportamento do ponto de vista adaptativo, o que foi feito pelos ‘precursores’ da Etologia, os maiores responsáveis por provê-la, de acordo com Cunha (2013, p. 93), “[...] de seus primeiros fatos e, mesmo, de uma concepção inicial de como explicá-los [...]”. Foram esses ‘primeiros fatos’ históricos que possibilitaram a consolidação da Etologia como uma nova área de pesquisa independente nas primeiras décadas do século XX por Lorenz, considerado um dos seus ‘fundadores’ por ter formulado uma linha de pesquisa desenvolvida por meio

⁷ No entanto, estamos conscientes sobre a relatividade dessa afirmação, pois, como afirma Lent (2010, p. 729), “[...] quão longe a civilização humana se encontra dessa situação ideal de agressividade reduzida a níveis que não ponham em risco a saúde e a vida”.

de estudos comparativos do comportamento característico das várias espécies de pássaros, muitas das quais com quem Lorenz convivia em sua casa e arredores, em que o passado evolutivo das diferentes espécies podia ser rastreado por meio da comparação entre os seus padrões de comportamento.

Além disso, muito da compreensão atual sobre a ação do sistema nervoso no controle do comportamento animal se deve aos estudos dos primeiros etólogos por seu pioneirismo em desenvolverem uma abordagem experimental que possibilitou a análise do comportamento animal (MARLER; GRIFFIN, 1973). A consolidação desse arcabouço de saberes possibilitou o estabelecimento das bases sobre as quais se desenvolveu a etologia e teve papel fundamental no desenvolvimento dos conceitos básicos que pautaram o processo de interpretação dos fenômenos comportamentais obtidos a partir da observação do comportamento naturalístico dos animais, objeto de estudo dos precursores da Etologia. A adoção da ideia de que o comportamento e o sistema nervoso são características sujeitas ao processo evolutivo e as evidências indicando a presença de semelhanças de comportamentos e de estruturas e mecanismos neurais em comum entre as diferentes espécies, busca-se verificar o quanto a vinculação do comportamento à estrutura neural dos seres vivos influenciou o desenvolvimento da Etologia.

A estrutura da tese configura-se da seguinte maneira: ‘Uma visão geral da ciência que estuda o comportamento animal, a Etologia’; ‘Histórico do Estudo do Comportamento Animal’; ‘Antes e Depois das Teorias de Darwin’; ‘O Conceito de Instinto e a Etologia’; ‘A origem divina das expressões *versus* as teorias das emoções de Darwin’; ‘O início dos estudos do comportamento animal e do sistema nervoso na segunda metade do século XIX’; ‘Os ‘precursores’ da Etologia’; ‘A consolidação da Etologia no século XX’; ‘O sistema nervoso e o comportamento’; ‘As teorias de Darwin e a Neurociência’ e por fim a ‘Conclusão’. Para a identificação do processo histórico no período estudado, investigou-se em um primeiro momento a Inglaterra vitoriana, recorte espaço-temporal onde teve início o processo de formação de um quadro conceitual inédito cujas raízes se relacionam diretamente com o advento das teorias propostas Darwin em 1859, como será tratado adiante.

Esse quadro conceitual compreendeu as estruturas teóricas, incluindo pressupostos, princípios ou regras, que começaram a ser estabelecidas a partir das teorias darwinianas, porque muito das ideias biológicas propostas desse momento em diante, segundo Mayr (2000, p. 80), “[...] contrastavam com o que todo mundo

acreditava ser verdade. A aceitação dessas ideias exigiu uma revolução ideológica. E nenhum biólogo tem sido responsável por mais - e mais drásticas - modificações sobre a visão de mundo da pessoa média do que Charles Darwin”. Historicamente, foi a formação desse novo quadro conceitual tendo como base as teorias evolutivas darwinianas que estabeleceu, como afirmam Kandel et al. (2014, p. 6), “[...] o cenário para a compreensão moderna do encéfalo como a origem de todo o comportamento”. Além disso, Darwin também considerou a ideia ainda mais radical para o contexto da época em que viveu sobre a qual os animais poderiam servir como modelos para o estudo do comportamento humano. As teorias propostas por Darwin unificaram a ideia de evolução biológica em termos contemporâneos, orientando o desenvolvimento da Etologia, assim como o da Psicologia Comparativa (ou Psicologia Comparada) e do Behaviorismo, que também foram áreas científicas decorrentes das teorias darwinianas.

Em um segundo momento, voltamos à atenção para a Espanha onde Ramón y Cajal desenvolveu os estudos dos tecidos componentes do sistema nervoso e cujas observações o levaram a propor a Teoria Neuronal nas décadas finais do século XIX, considerada um divisor de águas nos estudos do sistema nervoso por ter sido o ponto de inflexão nessas pesquisas, uma vez que a formulação da Teoria Neuronal era uma oposição direta à Teoria Reticularista até então vigente, segundo a qual o tecido nervoso era constituído por redes contínuas formadas pelas células nervosas e que tinha como um dos seus maiores defensores o médico e histologista italiano Camillo Golgi (1843-1926), mais conhecido pelo descobrimento e descrição do *Complexo de Golgi* (FERREIRA, 2013). Apesar das limitações observacionais da época em que se desenvolveu a Teoria Neuronal, Cajal se inseria em um contexto histórico, de acordo com Ferreira (2013, p. 17), “[...] que validasse a busca por uma unidade básica do sistema nervoso em oposição à noção de continuidade”, representada pela Teoria Reticularista. Deste modo, a Teoria Neuronal constituiu a grande síntese conceitual que deu unidade à Neurociência, e foi esta unidade constituída enquanto síntese conceitual que contribuiu e antecedeu, segundo Ferreira (2013, p. 7), “[...] a formação do programa disciplinar da Neurociência em décadas, porém, por se tratar de um fenômeno de longa duração, permaneceu como aquilo que atribuiu unidade à Neurociência durante todo o século XX”.

O processo de formação dos conceitos básicos da Etologia incorporou conceitos oriundos dos estudos do sistema nervoso, pois como afirma Mayr (1998, p. 61), “O progresso científico consiste no desenvolvimento de novos conceitos [...] e no repetido

aperfeiçoamento das definições pelas quais esses conceitos são articulados”. E a compreensão do processo histórico para se conhecer o quanto da vinculação do comportamento à estrutura neural dos seres vivos influenciou o desenvolvimento dos conceitos formativos da Etologia somente é possível graças à História da Ciência, indispensável para todos aqueles que se propõem a estudar a Ciência de forma crítica e compreensiva e obter uma visão, como afirmam Kristensen; Almeida e Gomes (2001, p. 259), sobre “[...] o surgimento de uma determinada proposição, seu impacto imediato ou tardio, seu declínio, seu retorno em outro tempo sob condições diferentes, ou a rejeição definitiva pela falta de evidências”.

A história do processo de formação da Etologia e da Neurociência compartilha com o processo histórico de desenvolvimento do pensamento biológico a longevidade dos problemas que foram enfrentados ao longo do tempo e no qual conceitos controversos originados em um passado longínquo muitas vezes acabaram por se estender até o período em que se inicia a formação da Ciência Moderna. Esta visão compreende que mesmo no estudo da História de ciências relativamente recentes como a Etologia e a Neurociência surgiram questões envolvendo conceitos historicamente anteriores ao início do processo de formação de ambas e que fizeram com que somente nas décadas finais do século XIX a relação associativa entre o comportamento e a ação do sistema nervoso viesse finalmente a ser estabelecida. Exemplos disso são as questões do século XIX que envolviam conceitos já conhecidos por pensadores da Antiguidade Clássica e que perduraram ao longo dos séculos, como o essencialismo, que foi defendido, segundo Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013, p. 109), “[...] inicialmente por Pitágoras (580 a.C.-500 a.C.), utilizada por Platão (427 a.C.-347 a.C.) e reforçada por Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.)”. Outro desses conceitos era a teleologia. A inclusão da discussão sobre o peso desses conceitos no processo de formação dos conceitos iniciais da Etologia e da Neurociência se justifica, pois, como Japyassú (1999, p. 48, grifo do autor) afirma, “[...] somente quando é contextualizada a origem das ideias, quando elas são colocadas em seu embate teórico historicizado, é que ocorre uma real compreensão das *questões* importantes em cada área”.

Além do entendimento sobre como as questões controversas do passado influenciaram os rumos da História da Ciência, é também por meio desta que a construção do conhecimento de uma nova área de pesquisa científica pode ser devidamente apreciada a partir do estudo da formação dos conceitos básicos que ajudaram a organizar o conhecimento disponível sobre o objeto de estudo dessa nova

área em princípios gerais que a legitimam e que passam a orientar o desenvolvimento das futuras pesquisas a serem realizadas. Este é o contexto no qual se espera que esta tese contribua em alguma medida para a História da Etologia e da Neurociência por meio da pesquisa sobre o processo histórico da relação entre essas duas áreas nas décadas finais do século XIX durante o processo formativo dos conceitos básicos organizativos dos conhecimentos que vieram a constituir os princípios gerais e orientadores das pesquisas de cada uma dessas duas novas ciências e sobre o quanto essa relação influenciou a formação da Etologia, ciente das dificuldades na realização desse tipo de pesquisa pois, como Martins (2005, p. 305) afirma, “[...] só se apreende a fazer pesquisa em História da Ciência a partir da prática e que um bom historiador da ciência se constrói a longo prazo”.

Esta tese se insere em um contexto de pesquisa acerca da formação dos fundamentos históricos da Etologia e de sua epistemologia que se configura na procura por respostas das questões “importantes em cada área”, como afirma Japyassú (1999), com a finalidade de resgatar parte da história de um período crucial na formação dessa nova área da ciência, em particular a da sua constituição como tal na Europa e nos Estados Unidos da América a partir do quadro conceitual resultante da repercussão das teorias propostas por Darwin em suas obras. Tal processo de construção histórica enfatizará as questões da definição do objeto de estudo da Etologia e da formação de seus conceitos iniciais. Independentemente do quanto esta relação entre a Neurociência e a Etologia influenciou o processo de formação dos conceitos iniciais da Etologia e de seu arcabouço teórico, embasado pelo novo quadro conceitual paradigmático formado no século XIX a partir do advento das teorias darwinianas, pode ser estabelecido que a relação entre essas duas áreas ficou indelevelmente marcada pelo momento histórico em que a Ciência passou a considerar que há somente uma diferença de grau, e não de tipo, entre os animais e os seres humanos.

1.2 – UMA VISÃO GERAL DA CIÊNCIA QUE ESTUDA O COMPORTAMENTO ANIMAL, A ETOLOGIA

Visto à luz da evolução, a biologia é, talvez, intelectualmente a ciência mais gratificante e inspiradora. Sem essa luz, ela se torna uma pilha de alguns fatos interessantes ou curiosos, mas que não formam um quadro significativo como um todo.

Theodosius Dobzhansky

Após a consolidação do paradigma evolutivo no início do século XX, a Biologia pôde assumir o *status* de Ciência autônoma, pois passou a contemplar, de acordo com Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013, p. 108), “[...] dois pressupostos fundamentais: organização e classificação do conhecimento com base em princípios explicativos próprios e apresentação de características específicas de um ramo particular de Ciência”. E estes pressupostos também foram contemplados por outras Ciências, como a Neurociência e a Etologia, sobre a qual trataremos nesta tese. Mas como saber qual foi o caminho percorrido durante o processo histórico que gestou a formação e a consolidação dessa ciência? A primeira pergunta a ser feita é: Por que se estuda o comportamento dos animais? Poderíamos respondê-la argumentando que essa área de estudo é importante não apenas por si mesma, mas por suas relevantes contribuições para outras áreas, pois os conhecimentos da área têm aplicações, de acordo com Snowdon (1999, p. 366), “[...] para o estudo do comportamento humano, para as neurociências, para o manejo do meio ambiente e de recursos naturais, para o estudo do bem-estar animal e para a educação de futuras gerações de cientistas”. Mas uma visão mais abrangente sobre como o estudo do comportamento animal pôde contribuir no enriquecimento de outros campos de pesquisa é possível por meio do conhecimento da sua história, a qual nos ajuda a entender, por exemplo, porque apesar de muitos cães domésticos terem acesso a lugares confortáveis em nossas casas, eles primeiramente começam a andar em círculos e arranhar o local com as patas dianteiras como se estivessem cavando um buraco no chão antes de se deitarem.

Esta sequência peculiar de movimentos executados pelos cães foi explorada por Darwin no livro *The Expression of the Emotions in Man and Animals*⁸ (1872), onde explica que os cães “[...] dão voltas e voltas e arranham o chão com as patas dianteiras

⁸ Deste ponto em diante será descrito como *The Expression of the Emotions*.

de uma maneira sem sentido, como se pretendessem pisar a grama e abrir um buraco, como sem dúvida seus pais selvagens faziam, quando viviam em planícies abertas ou nas florestas” (Darwin, 1872, p. 43). Outras explicações sobre a função adaptativa desse e de outros comportamentos caninos além do de outras espécies foram desenvolvidas posteriormente a partir da perspectiva pioneira de Darwin de considerar a validade de se estudar o comportamento dos seres humanos e dos animais em termos evolutivos por meio das expressões emocionais a partir das suas funcionalidades enquanto sinais sociais adaptativos que direcionam o comportamento. Isso fez com que o livro se tornasse uma das obras mais importantes da época sobre o assunto e tanto uma referência como o marco inicial do estudo científico do comportamento animal e a principal contribuição de Darwin para a Psicologia, como será discutido adiante. Mas as linhas mestras dessa obra já haviam sido esboçadas por Darwin em *On the Origin of Species* e trouxeram uma reorientação fundamental no estudo do comportamento, que era anteriormente estudado, de acordo com Mayr (1974, p. 650), “[...] como um processo fisiológico (sem dimensão temporal) ou (pelos teólogos naturais) como uma manifestação da sabedoria do Criador, ou finalmente (pelos naturalistas) como um componente divertido da diversidade da natureza”.

Essa mudança de orientação influenciou o desenvolvimento dos conceitos básicos que pautaram o processo de interpretação dos fenômenos comportamentais a partir da observação dos animais preferencialmente em seus ambientes naturais, tendo como base a ideia de que a função adaptativa de uma característica comportamental só pode ser adequadamente identificada quando se conhece, como afirma Carvalho (1988, p. 3), “[...] o modo de vida de um animal em seu ambiente natural - isto é, no ambiente onde estão presentes as pressões seletivas em relação às quais essa característica é adaptativa, e que, portanto explicam sua seleção”. É a partir desta ideia que decorre a ênfase dos etólogos nos estudos naturalísticos do comportamento animal, realizados no ambiente natural (ou ambiente de evolução) dos animais, o que norteou os primeiros estudos realizados pelos ‘precursores’ da Etologia. Entretanto, antes que esse momento chegasse, houve tempos em que o comportamento dos animais era usado como temática das fábulas⁹ e outros em que os próprios animais eram descritos de forma fantástica e

⁹ De acordo com Bagno (2006, p. 51): A grande maioria das fábulas tem como personagens animais ou criaturas imaginárias (criaturas fabulosas), que representam, de forma alegórica, os traços de caráter (negativos e positivos) dos seres humanos. Os gregos chamavam a fábula de apólogo, e esta palavra também costuma ser usada para designar uma pequena narrativa que encerra uma lição de moral. A palavra latina fábula deriva do verbo “fabulare”, “conversar, narrar”, o que mostra que a fábula tem sua

imaginativa. Mas o comportamento dos animais como objeto de estudo de uma Ciência é um acontecimento relativamente recente, uma vez que teve início nas décadas finais do século XIX e consolidou-se no século XX, o que levanta a seguinte questão: por que esse estudo não se iniciou antes do século XIX?

Para isso é necessário considerar antes de qualquer coisa, que cada período da história da humanidade e, conseqüentemente, a Ciência, foi dominado por um conjunto definido de ideias ou ideologias, o que é verdadeiro, segundo Mayr (2005, p. 59), “[...] tanto para os gregos quanto para o cristianismo, o Renascimento, a Revolução Científica, o Iluminismo e os tempos modernos”. E o período da história a partir da segunda metade do século XIX foi dominado pelas teorias propostas por Darwin em sua obra *On the Origin of Species*, considerada historicamente até os dias de hoje um dos livros mais importantes já escritos e a obra ‘inaugural’ da Biologia Evolutiva contemporânea, e que editorialmente foi um ‘sucesso’ de vendas alavancada pela façanha de ter todos os seus exemplares vendidos no dia do seu lançamento. Nenhum outro livro, com exceção da Bíblia, como afirma Mayr (2004, p. 59), “[...] teve um impacto maior em nosso pensamento moderno”, o que se reflete nos fundamentos teóricos e na prática experimental da Biologia moderna, os quais estão indiscutivelmente associados às teorias propostas por Darwin, para quem provavelmente o arcabouço teórico que desenvolvera era considerado um todo indivisível. A tese adota o termo “teorias” em conformidade com a conclusão de Mayr (2004) que após a realização de uma análise minuciosa da obra *On the Origin of Species*, afirma que o paradigma de Darwin é constituído por cinco grandes teorias independentes, a saber, a teoria da evolução em si, a da descendência comum, a do gradualismo, a da multiplicação das espécies e a do mecanismo da seleção natural. A proeminência das teorias darwinianas para o desenvolvimento da Ciência moderna se faz presente nas mais diversas áreas do conhecimento além da própria Biologia, como a História da Ciência, pois transformaram a visão do mundo como nenhuma outra publicação anterior e cujo impacto ainda se faz presente, uma vez que o estabelecimento de uma base comum, de acordo com Bizzo (2008, p. 318), “[...] compartilhada por um grupo grande de cientistas, que estabeleceram um consenso sólido, explica a

origem na tradição oral – aliás, é da palavra latina fábula que vem o substantivo português fala, e o verbo falar. É muito provável que as fábulas que chegaram até nós, por meio da escrita, tenham existido durante muito tempo como narrativas tradicionais orais, o que faz esse gênero remontar a estágios muito arcaicos da civilização humana. As fábulas devem ter sido usadas com objetivos claramente pedagógicos: a pequena narrativa exemplar serviria como instrumento de aprendizagem, fixação e memorização dos valores morais do grupo social.

sedimentação de uma perspectiva que deixou para trás divergências importantes, que perduraram por diversos anos ao redor do início do século”.

Conjuntamente, as teorias propostas por Darwin são consideradas por Mayr (1998, p. 283) como “A maior teoria unificadora na biologia [...]”, pois permitiram integrar conhecimentos de praticamente todas as áreas da Biologia, isto é, somente podemos dizer que a Biologia é uma Ciência única graças à unificação trazida pelas teorias da evolução, sendo que esse fenômeno pode ser explicado, segundo Bizzo (2008, p. 318):

[...] em grande parte, pela proximidade causal percebida em diferentes contextos envolvendo os mais diferentes organismos. A base citológica comum, a bioquímica comum, o caráter conservativo de características básicas da arquitetura celular etc. foram amalgamando uma percepção particular, capaz de aproximar a tradição da fisiologia e da anatomia, da zoologia e da botânica, por exemplo, a partir de uma percepção comum.

Anteriormente foi dito que a repercussão causada pelas teorias darwinianas impulsionou a formação de um quadro conceitual inédito que influenciou tanto áreas científicas já estabelecidas como também propiciou a formação de novas áreas como a Etologia. Isso decorre da modificação das bases estruturais do pensamento humano originado pelas implicações das teorias darwinianas e que pode ser mais bem compreendido se considerarmos que o valor de uma ideia científica, como afirma Mayr (1998, p. 38), “[...] no seu conjunto, é arbitrado inteiramente por sua eficácia na explicação e, às vezes, na previsão”. E o valor das teorias darwinianas nesses dois quesitos foi o que marcou o início, segundo Ghiselin (2009, p. 7), de “[...] uma revolução em nosso pensamento que ainda está ganhando impulso”. Passados quase 160 anos após a publicação dessa obra, as ideias originadas a partir das teorias darwinianas estão presentes em referenciais teóricos e continuam norteando o desenvolvimento das metodologias utilizadas atualmente para analisar os diferentes aspectos envolvidos no estudo dos seres vivos, que vão dos estudos anatômicos passando pela genética, biologia molecular e comportamento, uma vez que a maior parte dessas metodologias foram desenvolvidas sob o entendimento de que as características dos seres vivos são resultantes de processos cujos percursos foram contemplados pela evolução, como, por exemplo, a capacidade de adaptação dos seres vivos, que propicia o aumento da taxa de

sucesso onde os desafios definidos pelo ambiente, as pressões evolutivas, podem ser enfrentadas porque, como afirma Bateson (2017, p. 113):

O efeito da plasticidade na evolução pode ter se tornado cada vez mais poderoso à medida que os animais, em particular, se tornaram mais complexos. Os elementos podem ser recombinaados de maneiras diferentes para executar diferentes funções. Este processo evolutivo pode levar ao estabelecimento de padrões e organização cada vez mais elaborados de comportamento.

Dentre esses processos a tese tratará do processo de desenvolvimento histórico da Ciência que estuda o comportamento dos animais como uma característica evolutivamente adaptativa, a Etologia, que tem as suas raízes no final do século XIX tendo como precedente histórico as teorias darwinianas e a sua consolidação como uma nova área de pesquisa nas primeiras décadas do século XX, pois nos processos de desenvolvimento de novas áreas de estudo esses precedentes são frequentemente os fatores responsáveis pelo estabelecimento, como afirma Lattal (2006, p. 2), de “[...] práticas no início do desenvolvimento de uma disciplina que determinam o desenvolvimento e as práticas posteriores da disciplina”. Com a Etologia não foi diferente, já que o precedente histórico na origem do seu processo de desenvolvimento fez com que viesse a ser considerada como aquela Ciência que aplica, de acordo com Lorenz (1980, p. 171), “[...] ao comportamento dos animais e dos seres humanos, todas as perguntas feitas e essas metodologias utilizadas como uma questão de curso em todos os outros ramos da biologia desde Charles Darwin”. Tal definição implica no entendimento do comportamento como uma característica evolutivamente adaptativa dos seres vivos para se adaptarem a alterações nas condições ambientais, pois é a maneira mais rápida de responder a estas mudanças que são desafios para os organismos que os experienciam. A flexibilidade comportamental se depreende por seu papel crucial, de acordo com Snowdon (1999, p. 365), “[...] nas adaptações das funções biológicas. O comportamento é como nós definimos nossas próprias vidas. O comportamento representa a parte de um organismo através da qual ele interage com o ambiente”.

E é justamente por causa desse papel do comportamento no processo evolutivo dos seres vivos que cada espécie desenvolveu um repertório comportamental que lhe é característico e resultado direto da interação, segundo Ferrari et al. (2001, p. 187), “[...] entre as contingências filogenéticas e ontogenéticas”. Se a atuação destas contingências

durante o processo de evolução dos seres vivos foi responsável, por um lado, pela seleção das classes de comportamento que favoreceram a sobrevivência dessas espécies ao longo do tempo e apesar do gradiente de mudanças em relação às pressões evolutivas, por outro lado essas contingências também influenciaram a seleção das classes de respostas comportamentais que atuaram na adaptação do indivíduo desde o início do seu processo de desenvolvimento em um ambiente sujeito a um processo de mudanças constantes, já que o comportamento de um indivíduo é produto de sua história filogenética, ontogenética e cultural, uma vez que assim como o ambiente diferencia e modela a forma e a função das respostas de um organismo em termos comportamentais, esse processo de interação organismo-ambiente, segundo Ferrari et al. (2001, p. 188), “[...] também diferencia e molda circuitos e redes neurais”. O resultado interdependente desses dois processos é tal que, de acordo com Ferrari et al. (2001, p. 188):

Cada indivíduo tem um padrão comportamental característico, resultante de sua história pessoal de reforçamento, assim como tem um sistema nervoso com características próprias, resultantes também de sua história de interação com o ambiente externo. Essas características do sistema nervoso atribuem uma individualidade neural ao indivíduo que se relaciona, conseqüentemente, com a sua individualidade comportamental.

1.3 – HISTÓRICO DO ESTUDO DO COMPORTAMENTO ANIMAL

As grandes mentes moldam o pensamento de períodos históricos sucessivos. Lutero e Calvino inspiraram a Reforma; Locke, Leibniz, Voltaire e Rousseau, o Iluminismo. O pensamento moderno é mais dependente da influência de Charles Darwin.

Ernest Mayr

Darwin foi um dos responsáveis pela formação de um novo ramo das ‘Ciências da vida’, a Biologia Evolutiva que, em contraste com a Física e a Química, é essencialmente uma ciência com um cunho histórico, uma vez que os biólogos evolucionistas buscam explicações sobre eventos e processos que já ocorreram. É por conta desta historicidade da Biologia Evolutiva que Mayr (2000, p. 80) afirma que as “Leis e experimentos são técnicas inapropriadas para a explicação de tais eventos e processos. Em vez disso, constrói-se uma narrativa histórica, consistindo de uma tentativa de reconstrução do cenário particular que levou aos eventos que se está tentando explicar”. Nesse cenário a Biologia Evolutiva considera que o comportamento dos seres vivos desempenha um papel ativo nos seus próprios processos de evolução, ainda mais com a crescente aceitação de que os organismos vivos, conforme Bateson (2017, p. 113), “[...] não são passivos em relação ao seu papel na evolução de seus descendentes [...]”. Em relação ao comportamento dos animais há Basicamente quatro grandes propostas sobre as maneiras pelas quais o mesmo pode mudar o curso da evolução e desta forma afetar a evolução subsequente desses seres vivos, que são, de acordo com Bateson (2004, p. 283):

Primeiro, os animais fazem escolhas ativas e os resultados de suas escolhas têm consequências para a evolução subsequente. Segundo, por meio do seu comportamento, os animais mudam as condições físicas ou sociais com que eles e seus descendentes têm que lidar e, assim, afetam o curso subsequente da evolução. Terceiro, os animais são capazes de modificar o seu comportamento em resposta a mudanças de condições; isso permite mudanças evolutivas que, de outro modo, provavelmente seriam evitadas pela morte dos animais expostos a essas condições. Finalmente, pelo seu comportamento, os animais muitas vezes se expõem a novas condições que podem revelar variabilidade hereditária e abrir possibilidades para mudanças evolutivas que de outra forma não teriam ocorrido.

Atualmente reconhece-se que os seres vivos não são meros atores coadjuvantes no processo de evolução, uma vez que também são capazes de provocar ativamente modificações nas condições ambientais por meio dos seus comportamentos em um processo denominado por Laland, Odling-Smee e Feldman (2000) de ‘construção de nicho’. Uma das consequências imediatas deste processo de construção é que o comportamento passa a ser, segundo Fragaszy e Perry (2003, p. 9), “[...] mais do que o alvo da seleção natural. Também modifica o ambiente para as gerações subsequentes, de modo que agora o comportamento é conceituado como participante do processo de seleção”. O significado evolutivo desse processo de construção está, desta forma, relacionado intimamente com o *feedback* que esse processo é capaz de gerar, pois a adaptação deixa de ser apenas uma consequência das pressões ambientais e se torna, ao invés disso, como afirmam Laland, Odling-Smee e Feldman (2000, p. 135), “[...] um processo bidirecional, com populações de organismos se preparando e resolvendo problemas”. Um dos resultados desse processo pode inclusive ser fator de mudanças na constituição genética de uma população específica, como, por exemplo, a constatação em um estudo sobre grupos humanos de pastores que são capazes de digerir a lactose e podem, assim, comer laticínios e beber leite sem nenhuma implicação em termos de problemas de saúde na forma de alergias ou distúrbios do aparelho digestório, enquanto que essa mudança na constituição genética não ocorreu em grupos humanos que utilizam outros meios de subsistência, como os grupos de caçadores-coletores e os agricultores, que são em sua maioria intolerante à ingestão de produtos com lactose na sua composição por não possuírem na sua constituição genética a informação necessária para a produção da enzima digestiva apropriada, a lactase.

Em um sentido mais amplo, é possível que esse processo de construção de nicho ocorra em praticamente todas as ordens de seres vivos, o que possibilita que esse processo de adaptação seja capaz, de acordo com Fragaszy e Perry (2003, p. 10, destaque das autoras), de “[...] produzir “inovações importantes” que permitem que uma espécie faça uso de um recurso que anteriormente não pôde usar”. Assim, mais do que as próprias modificações das características corporais ou comportamentais dos seres vivos, são as funções destas modificações as que mais sofreram alterações ao longo da história evolutiva dos seres vivos. E este processo de modificação das funções adaptativas somente pôde ser explicado a partir do advento das teorias propostas por Darwin que, apesar de não ter designado esse processo desde o início com o uso do termo evolução, considerava que os seres vivos eram o resultado do processo de

descendência com modificações tendo como premissa a ideia de que todas as espécies compartilham um ancestral comum¹⁰. Darwin também defendia a ideia de que esse processo implicava na transmissão dessas características aos seus descendentes por meio da hereditariedade, pois como afirma Darwin (1859, p. 80-81):

Tenhamos em mentes quão infinitamente complexas e próximas são as relações mútuas de todos os seres orgânicos entre si e com suas condições físicas de vida. Pode-se, então, julgar improvável, visto que ocorreram indubitavelmente variações úteis ao homem, que outras variações úteis de algum modo a cada ser na grande e complexa batalha da vida, devem às vezes ocorrer no curso de milhares de gerações? Se tal ocorrer, podemos duvidar (lembrar, por exemplo, acreditamos que muitos mais indivíduos nascem do que podem sobreviver) que os indivíduos que têm alguma vantagem, por mais insignificante que seja, sobre os outros, teriam a melhor chance de sobreviver e de procriar sua espécie?

Por outro lado, Darwin considerava que podemos ter certeza de que qualquer variação, de acordo com Darwin (1859, p. 80-81), “[...] no menor grau de dano seria rigidamente destruída. Esta preservação de variações favoráveis e a rejeição de variações prejudiciais, eu chamo de Seleção Natural”. Entretanto, mesmo dentro de um quadro conceitual evolutivo, compreender a presença de um comportamento social que beneficia os outros como o altruísmo biológico¹¹ como sendo um comportamento evolutivamente vantajoso não parece ser algo tão óbvio, já que esse comportamento aparentemente caminha na “contramão” da história evolutiva dos seres vivos ao desafiar os princípios subjacentes às teorias propostas por Darwin. O altruísmo biológico era um fenômeno comportamental que também intrigava Darwin, uma vez que ele próprio reconhecia a dificuldade de fornecer uma explicação coerente sobre a viabilidade evolutiva desse comportamento mediante as contingências filogenéticas e ontogenéticas dos seres vivos. Mas embora esta dificuldade pareça insuperável, esta diminui ou desaparece quando é lembrado, como afirma Darwin (1859, p. 237), “[...] que a seleção pode ser aplicada à família, bem como ao indivíduo, e pode, assim, alcançar o fim desejado”, ou seja, Darwin entendeu que as relações de parentesco e as interações entre os indivíduos, sejam estes aparentados ou não, fornecem uma

¹⁰ Isto implica em uma herança ancestral compartilhada por todos os seres vivos que se diferenciaram em função de diversos fatores ao longo do tempo e que acabaram originando por conta das diferentes pressões seletivas possíveis, novas espécies.

¹¹ No altruísmo biológico um indivíduo da espécie em questão favorece a sobrevivência e, como consequência, o aumento do número de descendentes de outro indivíduo à custa de sua aptidão própria de sobrevivência e, portanto, do seu próprio potencial reprodutivo.

explicação biológica que justifica em termos evolutivos o comportamento nos quais grupos de indivíduos dessas espécies abrem mão da sua própria aptidão individual em prol das suas comunidades na forma de altruísmo biológico. Darwin aplicou esse entendimento para explicar a presença de fêmeas estéreis nas comunidades dos paradigmáticos grupos de insetos sociais como os himenópteros, que compreende as formigas, as abelhas e as vespas, argumentando que o comportamento altruístico foi filogeneticamente selecionado durante o processo evolutivo devido ao seu maior potencial adaptativo para as espécies.

Explicar porque os seres vivos que praticam atos altruístas não foram simplesmente eliminados durante o processo de evolução representa, por si só, um sério dilema para a Biologia Evolutiva e por conta disso acabou atraindo a atenção, segundo Cziko (2000, p. 130), de uma “[...] nova geração de biólogos britânicos e americanos nas décadas de 1950, 1960 e 1970 que estavam interessados em resolver este e outros enigmas evolutivos sobre o comportamento animal”. Historicamente uma das primeiras explicações sobre a presença do altruísmo biológico na história evolutiva dos seres vivos foi formulada pelo biólogo evolucionista William Donald Hamilton (1936-2000), conterrâneo de Darwin que propôs em 1963 como explicação para solucionar esse ‘quebra-cabeça’ biológico a introdução do conceito de ‘seleção de parentesco’ (*kin selection*), que é especialmente útil para o entendimento de atos altruísticos entre indivíduos aparentados. Segundo esse conceito, o altruísmo biológico teria evoluído com maior probabilidade entre animais aparentados do que entre os que não têm nenhum grau de parentesco porque os indivíduos aparentados partilham entre si mais genes semelhantes do que com os que não são aparentados, sendo que conceito pôde ser calculado por meio do desenvolvimento de um modelo matemático que previa que um gene causador de comportamento altruísta em relação a irmãos e irmãs, de acordo com Hamilton (1963, p. 355), “[...] será selecionado somente se o comportamento e as circunstâncias forem geralmente tais que o ganho seja mais de duas vezes a perda; para meios irmãos, deve ser mais de quatro vezes a perda; e assim por diante”¹².

Hamilton afirma que desenvolveu esse modelo matemático porque a teoria matemática clássica da seleção natural não conseguia explicar o caso em que um

¹² Há autores que consideram em face do fato dos animais aparentados partilharem mais genes semelhantes entre si em comparação com os não aparentados, que o altruísmo biológico não é tão ‘altruísta’ como aparenta ser no final das contas, porque essa forma de altruísmo implica, de acordo com Lencastre (2010, p. 114), “[...] que uma ação beneficiando um parente reverte a favor do altruísta, na medida em que as chances de reprodução dos genes comuns foram aumentadas pelo ato altruísta. Assim, o “altruísmo” biológico consiste num egoísmo genético”.

animal, de acordo com Hamilton (1963, p. 354), “[...] se comporte de modo a promover vantagens de outros membros da espécie e não de seus descendentes diretos à custa das suas próprias vantagens”. No entanto, o poder explicativo do modelo desenvolvido por Hamilton não conseguiu, como afirma Lencastre (2010, p. 114), “[...] resolver o problema dos comportamentos “altruístas” entre animais não aparentados”, como o comportamento exibido pelo morcego vampiro que regurgita o sangue que obteve em sua incursão noturna para um morcego que, por algum motivo, não conseguiu sair para obter a sua própria refeição. Foi somente após quase uma década depois da explicação de Hamilton que o biólogo norte-americano Robert Ludlow Trivers (1943-), um dos ‘fundadores’ da Sociobiologia ofereceu, em um artigo publicado em 1971, uma explicação baseada em um modelo matemático para o que denominou de ‘comportamento reciprocamente altruísta’ ao desenvolver uma análise segundo a qual, de acordo com Lencastre (2010, p. 114), “[...] os genes para o comportamento “altruísta” poderão ser selecionados se os indivíduos forem diferencialmente “altruístas” com aqueles que foram “altruístas” consigo próprios”.

Trivers faz uma discussão sobre as três instâncias do ‘comportamento reciprocamente altruísta’ cuja evolução o modelo matemático desenvolvido podia explicar: (1) o comportamento de simbiose envolvido na limpeza; (2) os gritos de alerta em aves; e (3) o altruísmo recíproco humano, em que Trivers mostra que os detalhes do sistema psicológico que regula esse altruísmo podem ser explicados pelo modelo que desenvolvera, como afirma Trivers (1971, p. 35):

Especificamente, amizade, antipatia, agressão moralista, gratidão, simpatia, confiança, suspeita, confiabilidade, aspectos da culpa, e algumas formas de desonestidade e hipocrisia podem ser explicadas como importantes adaptações para regular o sistema altruísta. Cada indivíduo humano é visto como possuindo tendências altruístas e trapaceadoras, cuja expressão é sensível a variáveis de desenvolvimento que foram selecionadas para definir as tendências em um equilíbrio apropriado ao ambiente social e ecológico local.

Somente essa breve exposição sobre o comportamento do altruísmo biológico e o sociológico humano serve como exemplo sobre o quanto é desafiador estudar o comportamento animal, caracterizado por sua diversificação e presença de diversos graus de complexidade comportamental que variam de simples atos reflexos em resposta a um determinado estímulo à comportamentos complexos como a migração das aves, peixes e mamíferos, a construção de teias pelas aranhas e os rituais de

acasalamento, conforme visto anteriormente. Mas antes de prosseguir, há uma primeira pergunta a ser respondida: O que pode ser definido como comportamento? O termo comportamento é utilizado usualmente com um sentido bastante amplo dentro da Etologia e se refere, de acordo com Immelmann (1980, p. 1), “[...] a padrões de movimento, vocalizações e posturas corporais de um animal, bem como a mudanças externamente reconhecíveis que servem na comunicação recíproca e que podem liberar padrões de comportamento em outro animal [...]”. Um exemplo de mudanças externas para comunicação recíproca são as da coloração do polvo, ou o eriçamento de pelos e arreganhar de dentes dos cães quando estão em um estado hostil. Apesar da maioria das vezes o comportamento ser normalmente associado à ideia de movimento, isto na prática nem sempre se confirma, porque mesmo um ser vivo que pareça estar imóvel pode, na realidade, estar exibindo um comportamento, como é o caso da tanatose, comportamento antipredatório¹³ adotado por algumas espécies de animais (e também pelo ser humano sob determinadas condições), um mecanismo de defesa perante a iminência de um ataque por um predador quando a presa em potencial permanece com o seu corpo o mais imóvel possível em uma disposição na qual o indivíduo simula a própria morte com o propósito de desestimular o seu predador a ponto deste desistir do ataque, ou de afastá-lo do possível alvo por perda de interesse do predador em capturar uma presa que já está ‘morta’.

Para abarcar a maior parte dos fenômenos comportamentais estudados a Etologia acabou se consolidando historicamente como uma área de pesquisa interdisciplinar, o que possibilita aos pesquisadores desenvolverem um panorama mais abrangente dos vários níveis de complexidades inerentes aos estudos do comportamento animal, como afirma Saldanha (1973, p. 799) no trecho:

A Psicologia participa da etologia como ciência básica oferecendo-lhe seus métodos para análise das manifestações não orgânicas do comportamento; a Biologia esclarecendo a estrutura orgânica do comportamento em termos de organização anátomo-funcional, particularmente da neurofisiologia da atividade nervosa superior (central ou hipotalâmica) e a Ecologia permitindo definir as condições naturais que um comportamento específico ocorre como função de fatores ou estímulos ambientais.

¹³ A pressão exercida pela predação é a principal pressão seletiva que, segundo Santos et al. (2010, p. 361), “[...] direciona o estabelecimento de uma série de mecanismos de defesa por parte das espécies. Esses mecanismos são eficientes na medida em que limitam a capacidade dos predadores em detectar, reconhecer ou subjugar suas presas”.

Etimologicamente o termo Etologia, que é usado atualmente para designar o estudo do comportamento animal, é oriundo da palavra grega ἦθος *ethos*, hábito ou costume, e λογία *logus*, estudo, é antiga, embora não tenha sido usado originalmente com o mesmo significado dos dias de hoje. Enquanto conceito, a Etologia existe, segundo Eibl-Eibesfeldt e Wickler (2008), “[...] desde 1762 quando foi definida na França como o estudo do comportamento animal. Neste sentido, tem o mesmo significado que a palavra grega “ethos”, da qual o termo moderno etologia é derivado”. Um dos primeiros a utilizá-la foi o naturalista francês Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire (1805-1861) que o fez de forma informal em 1859 para se referir, segundo Moreno e Muñoz-Delgado (2007, p. 215-216), “[...] a uma extensa classificação da biologia associada ao estudo de animais não como ‘seres inertes mantidos em formaldeído’, mas como organismos vivos em seu ambiente natural”. O também naturalista francês Alfred Giard (1846-1908), que lecionou na *Sorbonne Université*, manifestou a iniciativa de usar o termo Etologia, mas, diferentemente de Geoffroy-Saint-Hilaire, o fez dentro do meio acadêmico e com um significado bastante próximo do seu significado moderno, quando Giard passa a empregar cada vez mais a palavra, de acordo com Moreno e Muñoz-Delgado (2007, p. 215), “[...] na década de 1870, em referência aos estudos que relacionam um organismo vivo ao seu habitat imediato”.

Já no início do século XX encontramos o entomologista e mirmecologista norte-americano William Morton Wheeler (1865-1937) defendendo o uso de Etologia para nomear especificamente o estudo do comportamento animal por considerá-lo o único termo, como Wheeler afirma (1902, p. 974), “[...] até agora sugerido que expressará adequadamente o estudo dos animais, com vistas a elucidar seu verdadeiro caráter, como expresso em seu comportamento físico e psíquico em relação ao seu ambiente vivo e inorgânico, é a etologia”. O biólogo alemão Oskar August Heinroth (1871–1945), um dos ‘precursores’ da Etologia, foi o primeiro a usar em seu tratado sobre o comportamento de patos e gansos publicado em 1910 o termo em seu significado moderno. Isto, porém, não encerra essa discussão, pois, de acordo com Immelmann (1980, p. 1), “A aplicação do termo ao estudo do comportamento em um senso mais limitado foi introduzido em 1950 por N. Tinbergen¹⁴. Nos anos iniciais da etologia o sinônimo psicologia animal¹⁵ (em alemão: *Tierpsychologie*) foi amplamente usado”.

¹⁴ Nikolaas Tinbergen (1907-1988), mais conhecido como Nikko, foi um zoólogo holandês nascido em Haia, Holanda, e que desenvolveu estudos conjuntos com Lorenz dos conceitos iniciais que

Conforme visto, apesar de ainda não existir um consenso no meio acadêmico tanto sobre a origem e, menos ainda, quanto ao início do uso do termo Etologia com o seu significado atual, a sua adoção, mais do que uma simples questão de terminologia para a designação do estudo do comportamento animal, foi historicamente significativa por promover uma melhor delimitação do seu escopo enquanto um novo campo de pesquisa, e por possibilitar a sua diferenciação de outras pesquisas que estavam sendo realizadas e onde também se estudava o comportamento dos animais, muito embora com objetivos totalmente diferentes dos da Etologia e que também começaram a ter lugar na segunda metade do século XIX e início do século XX, a Psicologia Comparada e o Behaviorismo, conforme afirmado anteriormente. George J. Romanes¹⁶ (1848-1894), discípulo e defensor de Darwin, é considerado o ‘fundador’ da Psicologia Comparada, apesar de ter sido o fisiologista francês Jean Marie Pierre Flourens (1794-1867) quem introduziu o termo em 1864 (GOODWIN, 2010). Motivado pelas teorias propostas por Darwin, Romanes estabeleceu como meta comprovar a existência de uma continuidade mental entre as diferentes espécies de animais e os seres humanos por meio de um estudo comparativo baseado em uma abordagem filogenética dos animais. Para atingir este objetivo, Romanes juntou os seus dados sobre a inteligência dos animais com os que Darwin havia lhe dado sobre o comportamento animal e publicou em 1882, logo após a morte de Darwin, o livro *Animal Intelligence*, no qual Romanes traça um paralelo entre a Psicologia Comparada e a Anatomia Comparada argumentando que, assim como o anatomista fazia comparações físicas de várias espécies para analisar a evolução da estrutura física, o psicólogo também podia examinar as diferenças entre as características psicológicas (ou seja, mentais) de diversas espécies, para analisar a evolução mental. (GOODWIN, 2010).

A partir desta premissa, Romanes desenvolveu uma metodologia comparativa para realizar uma abordagem filogenética da capacidade mental entre as diferentes

fundamentaram o desenvolvimento da etologia. Entre seus principais trabalhos destacam-se *The Study of Instinct* (1951), *Social Behavior in Animals* (1953) e *Animal Behavior* (1965).

¹⁵ O termo psicologia animal é ainda aplicado no sentido limitado pelos etólogos quando isso se refere, de acordo com Immelmann (1980, p. 1), “[...] ao indivíduo, subjetivo (na medida em que isso pode ser investigado por critérios objetivos) e fenômenos relacionados à doença no comportamento dos animais”.

¹⁶ Ao propor no século XIX diretrizes para uma psicologia comparada bem sucedida, Romanes, segundo Galef e Whiten (2017, p. 430), “[...] nunca poderia ter imaginado a diversidade e a riqueza do campo que se desenvolveria a partir de seu trabalho pioneiro”. Um dos campos desenvolvidos a partir da proposta da psicologia comparada de Romanes foi o campo da aprendizagem social em animais, que embora possa ser considerado um recém-chegado quanto ao início do seu esforço na compreensão das capacidades comportamentais dos animais, a literatura desenvolvida por esse campo nos últimos 40 anos, como Galef e Whiten (2017, p. 430) afirmam, “[...] cresceu a uma taxa surpreendente e agora contribui substancialmente para as nossas tentativas de trabalhar as questões que Romanes criou pela primeira vez”.

espécies de seres vivos, sendo que essa metodologia foi formulada a partir da hipótese de que se era possível conhecer subjetivamente, como Romanes (1882, p. 1-2) afirma, “[...] as operações de minha própria mente individual, e as atividades que elas induzem no meu próprio organismo, procedo por analogia a inferir das atividades observáveis de outros organismos quais são as operações mentais que as subjazem”. Porém, o método anedótico adotado por Romanes para a apresentação das evidências a favor da teoria da continuidade da capacidade mental entre os animais e os seres humanos era baseado mais em histórias relatadas por terceiros do que nos resultados de observações diretas que tendiam para o antropomorfismo, o que causava ao livro de Romanes problemas quanto a sua credibilidade (GOODWIN, 2010).

Isso pode ser apreendido em várias passagens do livro, como um trecho no qual Romanes relata sobre a inteligência dos ratos uma história contada por um indivíduo chamado Rodwell que conta que “[...] certo número de ovos foi carregado do alto de uma casa à parte inferior por dois ratos que se devotavam a cada ovo, e alternadamente passavam de um para outro para baixo em cada lance da escadaria” (Romanes, 1892, p. 361). Romanes estava ciente dos problemas decorrentes das evidências anedóticas, e procurou tomar cuidado ao procurar incluir no livro relatos confiáveis obtidos, segundo Goodwin (2010, p. 167), “[...] de observadores reconhecidamente competentes (Darwin, por exemplo) e tentou aceitar apenas os relatos de comportamentos que fossem enviados independentemente por duas ou mais pessoas”. Apesar dos esforços empregados, Romanes reconhecia que o livro podia parecer simplesmente uma coletânea de histórias incomuns de animais, sendo que a natureza desse problema foi notada pelo naturalista britânico Conwy Lloyd Morgan (1852-1936), discípulo de Romanes, que lançou em 1894 o livro *An Introduction to Comparative Psychology*, por meio do qual Morgan faz relevantes contribuições metodológicas para o desenvolvimento da Psicologia Comparada, dentre as quais a mais relevante foi a proposição da ‘Lei da Parcimônia’, que veio a ficar historicamente conhecida como o “Cânone de Morgan”, como Morgan (1900, p. 270-271):

O cânone de interpretação que eu sugeri em outro lugar é que não devemos interpretar o comportamento dos animais como o resultado de processos mentais superiores, se pode ser justamente explicado como devido à operação daqueles que estão mais baixos na escala psicológica do desenvolvimento. A isto pode ser acrescentado - com receio de que o alcance do princípio seja mal entendido - que o cânone de modo algum exclui a interpretação de um ato particular como o

resultado dos processos mentais superiores, se já temos evidência independente de sua ocorrência no agente.

A Psicologia Comparada desenvolvida na Grã-Bretanha, como atestam as obras de Romanes e Morgan, despertou o interesse pelo seu estudo nos Estados Unidos da América, onde foi inclusive criado um dos primeiros laboratórios para o estudo do comportamento animal, como afirma Goodwin (2010, p. 170) “[...] na Clark University em meados da década de 1890, sob o comando de Linus Kline, Willard Small e Edmund Sanford, o diretor [...] a eles se deve o crédito de estabelecer uma das mais perduráveis metodologias da psicologia – a aprendizagem em labirinto”. Para o psicólogo experimental do comportamento animal, o ambiente de pesquisa ideal é o laboratório, porque esse psicólogo se propõe a descobrir o que está por trás, como afirma Ades (1986, p. 21), de “[...] perguntas-e-respostas causais a respeito do comportamento animal. Sua estratégia consiste em cercar processos básicos, purificando os contextos de observação de tudo o que prejudicaria o caminho da inferência e da generalização”.

E o animal de laboratório tem o *status*, neste contexto, segundo Ades (1986, p. 21) “[...] de animal-modelo, sistema conveniente e reduzido mediante o qual podem ser testadas as hipóteses causais”. Sendo assim, não há nesse caso nenhuma “[...] curiosidade pelo rato enquanto rato, pelo pombo enquanto pombo, mas pelo rato ou pombo quando sucedâneos de outros organismos, preferencialmente o ser humano” (Ades, 1986, p. 21). Assim, a Psicologia Comparada foi desenvolvida a partir dos estudos do comportamento dos animais envolvendo experiências controladas sobre as variáveis ambientais ou sobre as experiências dos indivíduos (audição, visão, voo, por exemplo) e está tradicionalmente relacionada aos padrões aprendidos no laboratório, como no caso dos experimentos de labirintos com ratos, ou em um ambiente natural sob condições controladas. Por conta desta ênfase no estudo de poucos processos sob tais condições, a Psicologia Comparada e a Etologia têm pontos de partida opostos, pois enquanto os etólogos enfatizavam o papel do ambiente natural no estudo biológico do comportamento animal, os psicólogos, segundo Yamamoto (2006, p. 14), “[...] consideravam que os comportamentos eram fundamentalmente aprendidos”. E tendo como pontos de partida concepções tão diferentes, consequentemente também serão, como afirma Yamamoto (2006, p. 14), “[...] os procedimentos, as condições de coleta de dados, as questões estudadas e, inevitavelmente, os resultados obtidos”.

Historicamente o mais notório pesquisador da Psicologia Comparada do século XIX foi Edward Lee Thorndike¹⁷ (1874-1949), que estudou a aprendizagem em humanos e animais e, embora não aplicasse diretamente as conclusões das suas experiências com animais aos seres humanos, Thorndike ficou, como afirma Goodenough (1950, p. 294, destaques do autor), “[...] particularmente impressionado com a importância do ato *bem sucedido* como um dos principais determinantes do processo de aprendizagem. A este princípio ele deu mais tarde formalmente a expressão bem conhecida de *Lei do Efeito*”. Pesquisador prolífico, Thorndike produziu durante meio século de vida profissional e acadêmica cerca de quinhentos títulos entre livros, monografias e artigos científicos, e seu trabalho contribuiu no desenvolvimento do estudo experimental do comportamento, e em particular ao apresentar a sua tese de doutorado quase no final do século XIX como uma tentativa de explicar a natureza, segundo Thorndike (1898, p. 1), “[...] do processo de associação na mente animal. Por mais que não tenha havido pesquisas extensas de um caráter similar ao atual, seja no assunto ou no método experimental, é necessário explicar brevemente o seu ponto de vista”. Segundo Goodenough (1950), a tese de doutorado de Thorndike foi em vários aspectos um documento revolucionário, pois do ponto de vista metodológico o trabalho de Thorndike transformou, de acordo com Goodenough (1950, p. 293-294):

[...] o estudo do comportamento animal de observação imperfeitamente controlada em experimentos nos quais eram designados aos animais tarefas definidas que podiam ser descritos em termos quantitativos, como o tempo ou o número de tentativas de sucesso necessárias ou o número de erros cometidos antes do sucesso ser alcançado assim como as descrições do comportamento que seus predecessores usaram.

Os resultados dos estudos de Thorndike ofereceram uma contradição enfática (um ‘balde de água fria’) à crença de que animais como gatos, cães e pintinhos, algumas das espécies utilizadas por Thorndike em seus experimentos, são capazes de aprender, segundo Goodenough (1950, p. 293-294), “[...] através da formação de imagens mentais, pela observação e imitação de outros, ou pelos processos indutivos levando a generalização em termos de regras e princípios”. O trabalho de Thorndike contribuiu de

¹⁷ Thorndike é considerado, como afirma Goodwin (2010, p. 243), “[...] um pioneiro da psicologia comparada e um exemplo do que Lloyd Morgan consideraria a forma certa de fazer pesquisa com animais”.

diversas maneiras no estudo experimental do comportamento¹⁸ por ajudar a estabelecer a Psicologia Comparada como uma ciência experimental, fato que deu início a uma grande mudança no pensamento, segundo Chance (1999, p. 433), “[...] tanto sobre a aprendizagem animal como a humana; e lançou as sementes de pesquisas posteriores e teoria de muitos outros, dos quais o mais notável B. F. Skinner”¹⁹. O principal objetivo para Thorndike em se estudar a ‘mente animal’ era poder olhar para os processos de associação nos animais inferiores e desta forma conseguir entender, segundo Thorndike (1898, p. 2), “[...] o desenvolvimento da vida mental inferior através dos filis, em particular, para rastrear a origem da faculdade humana”.

Em relação a esse objetivo, Thorndike considerava que os processos associativos “[...] assumem um papel predominante sobre o dos poderes dos sentidos ou do instinto, pois em um estudo dos processos associativos reside a solução do problema” (Thorndike, 1898, p. 2). Os resultados de seus experimentos levaram Thorndike a formular a Teoria do Conexionismo que se baseava em duas leis elaboradas por ele, a Lei do Efeito e a Lei do Exercício, aos quais Thorndike denomina em sua obra conjuntamente como as ‘Leis Provisórias do Comportamento Adquirido ou Aprendido’, as quais são descritas por Thorndike (1911, p. 244) no trecho:

A Lei do Efeito é a seguinte: De várias respostas feitas à mesma situação, aquelas que são acompanhadas ou seguidas de perto pela satisfação do animal, se outras coisas forem iguais, estarão mais firmemente conectadas com a situação, de modo que, quando ocorrer, eles serão mais propensos a recorrer; aqueles que são acompanhados ou seguidas de perto pelo desconforto para o animal, se as outras coisas forem iguais, terão suas conexões com essa situação enfraquecidas, de modo que, quando ocorrerem, elas terão menos probabilidade de ocorrer. Quanto maior a satisfação ou desconforto, maior o fortalecimento ou enfraquecimento do vínculo. [...] A Lei do Exercício é a seguinte: Qualquer resposta a uma situação, sendo outras coisas iguais, estará mais fortemente conectada com a situação em proporção ao número de vezes que ela foi conectada com aquela situação e ao vigor e duração média das conexões.

O Conexionismo era uma teoria que descrevia o vínculo, ou, de acordo com Hoffman (2016, p. 65), “[...] ‘conexão’ entre um estímulo e uma resposta. Esta ligação ou conexão de aprendizagem é fortalecida como os próprios comportamentos são

¹⁸ Foi a Psicologia Comparada que forneceu, segundo Chance (1999, p. 433), “[...] o ponto de partida para o campo que se tornaria conhecido como a análise experimental do comportamento”.

¹⁹ Burrhus Frederic Skinner (1904-1990), comumente conhecido como B. F. Skinner, psicólogo behaviorista, inventor e filósofo norte-americano.

reforçados através de consequências positivas ou favoráveis". O processo para chegar a esta teoria passou pela fase experimental durante a qual Thorndike aprisionava animais esfomeados em “caixas-problemas”, desenvolvidas e construídas por ele, sendo que esses animais precisavam acionar durante o experimento algum tipo de mecanismo para sair, como, por exemplo, uma alavanca, para poder ter acesso a comida (estímulo) deixada do lado de fora da caixa à vista enquanto Thorndike observava como os animais se comportavam, registrando o tempo decorrido antes de os animais escaparem das caixas após conseguirem acionar os mecanismos e repetindo este procedimento várias vezes notando as mudanças no comportamento dos animais e nos tempos de fuga por meio da análise dos gráficos com os dados experimentais obtidos.

Ades considera que talvez os caminhos da Etologia e da Psicologia Comparada foram se apartando em função da proposta de Thorndike, de acordo com Ades (1986, p. 21), “[...] que abstraía, do animal enquanto organismo-em-situação-natural, processos básicos subjacentes e deles fazia o objetivo maior da pesquisa”. Além de Thorndike, a figura mais conhecida na Psicologia Comparada é Skinner²⁰, que, em uma completa oposição à Etologia, segundo Yamamoto (2006, p. 15), “[...] pregava que indivíduos, humanos e não humanos, eram em grande parte o produto de seu ambiente, devendo a maior parte de suas características à aprendizagem”. Os psicólogos comparados e os behavioristas estudavam o comportamento colocando os animais em uma determinada situação avaliando como esses resolviam as tarefas sem uma preocupação em saber o que estava acontecendo no sistema nervoso, muito provavelmente porque na época os estudos das funções do sistema nervoso estavam ‘engatinhando’ e o comportamento não era estudado conjuntamente com o que estava acontecendo com o sistema nervoso, uma espécie de ‘caixa-preta’ conceitual que não pode, como afirma Skinner (1974, p. 181-182):

[...] evidentemente, ser usado para explicar o comportamento a partir do qual é inferido. A Fisiologia e, particularmente em relação ao comportamento, a Neurologia, realizaram de fato grandes progressos. As propriedades físicas e químicas de muitas atividades neurais são agora diretamente observadas e medidas. O sistema nervoso é, contudo, muito menos acessível do que o comportamento e o meio, e a diferença cobra seu preço.

²⁰ Extremamente criativo e habilidoso, Skinner, de acordo com Yamamoto (2006, p. 15), “[...] construía a maioria dos equipamentos que usava em seus experimentos, o mais famoso deles a caixa de Skinner, ou caixa de condicionamento operante, até hoje utilizada em laboratórios de ensino e pesquisa em todo o mundo”.

Os behavioristas tinham uma clara preferência pela utilização de poucas espécies de animais, como ratos, camundongos e pombos sob condições laboratoriais controladas e restringindo os processos que queriam estudar por conta dos seus interesses centralizados nos mecanismos de aprendizagem e na aquisição de comportamentos por meio de estímulos de reforço e punição, pois o Behaviorismo tem como principal argumento o de que todo comportamento é adquirido durante a vida do indivíduo e é entendido simplesmente como um conjunto de respostas aos estímulos. Embora o Behaviorismo também tenha sido uma decorrência das teorias darwinianas, paradoxalmente as predisposições naturais das espécies que resultam em diferentes habilidades de aprendizagem, as quais refletem adaptações a diferentes habitats ou estilos de vida que são, de acordo com Yamamoto (2005, p. 297), “[...] adquiridas ao longo de milhares, muitas vezes milhões de anos de evolução, e dificilmente podem ser erradicadas por um processo de aprendizagem em uma situação artificial”, eram considerados itens irrelevantes para a pesquisa.

A visão behaviorista sobre o estudo do comportamento animal em oposição à visão da Etologia se explica, pois enquanto os etólogos preferiam estudar uma ampla variedade de animais como pássaros e peixes, segundo Yamamoto (2006, p. 14), “[...] em ambiente natural, a procura de características específicas das espécies, os psicólogos estudavam mamíferos, principalmente ratos, em ambiente controlado de laboratório, buscando por leis gerais de aprendizagem”. O caminho²¹ da pesquisa adotado pela Psicologia Comparada e pelo Behaviorismo tem várias vantagens a seu favor, como Ades afirma (1986, p. 23, destaques do autor), “[...] especialmente a facilidade da manipulação experimental e a pureza dos esquemas teóricos. Acho, contudo, que é *insuficiente para cobrir, em extensão e profundidade, o domínio dos fenômenos comportamentais*”.

Para Ades esta insuficiência decorre do fato de que por mais que uma única espécie, como o rato, o pombo ou qualquer outro animal seja estudada, esta espécie nunca será capaz de fornecer por si mesma, de acordo com Ades (1986, p. 27), “[...] informações seguras e suficientes para a formulação de princípios gerais sobre o comportamento”. Muito embora haja aspectos comportamentais como a questão da

²¹ Inverte-se, segundo Ades (1986, p. 23), “[...] a trajetória da investigação: é a interação entre o organismo e aspectos do habitat natural que fornece um quadro para o surgimento das perguntas e dos problemas”.

aprendizagem animal que são passíveis de serem replicados em diferentes espécies, o que até certo ponto justificaria a escolha de uma única espécie animal como um modelo básico de comportamento a partir do qual podem ser feitas uma série de inferências; no entanto, devido ao caráter conservador do processo de evolução, Ades (1986, p. 27) conclui que “[...] não há como saber quais são estes aspectos sem proceder a estudos comparativos”. Assim, somente por meio do estudo comparativo se torna possível avaliar “[...] o quanto um processo comportamental se especializou para atender às pressões de determinado habitat” (Ades, 1986, p. 27).

Apesar de a Etologia ser uma ciência relativamente recente, o mesmo não pode ser dito sobre a observação dos hábitos e as características dos animais, que remonta aos seres humanos pré-históricos, capazes de observar em sua volta a presença de diferentes espécies de animais com características físicas e comportamentais particulares completamente diferentes das suas. Este interesse precoce pelo comportamento dos animais pôde ser comprovado por meio da descoberta de diversos locais que se converteram em sítios arqueológicos, onde existem representações gráficas de bovídeos, equinos, cervos, cabras, felinos, dentre outros animais, em paredes de cavernas como Lascaux, localizado no sudoeste da França. Neste contexto era fundamental que os seres humanos se familiarizassem com os comportamentos dos animais com os quais coexistiam, de modo a conhecer os hábitos de vida e as características particulares de cada espécie por diferentes razões, como ser capaz de determinar quais eram os momentos do dia e os locais mais propícios para a realização da caça e da pesca, pois estas atividades dependiam da determinação de características como o tamanho e o comportamento dos animais (ZUANON, 2007).

Ao observarem os hábitos dos animais existentes na época os seres humanos primitivos foram capazes de explorar, segundo Sinervo (1997) “[...] as diferenças nos comportamentos associados aos animais solitários *versus* os que vivem em rebanhos. Seu conhecimento os ajudou a capturar presas”, ajudando-os a desenvolver diferentes estratégias de captura dos animais a partir do conhecimento dos comportamentos das espécies escolhidas para essa finalidade ao perceber que os animais que andavam em grupos podiam ser, como afirma Sinervo (1997), “[...] conduzidos para as falésias em grande número desde que os animais líderes fossem conduzidos primeiramente sobre o precipício”. Além disso, esses seres humanos também precisavam conhecer por questões da sua segurança pessoal os hábitos dos seus prováveis e potenciais predadores com o intuito de se proteger e/ou se defender da melhor maneira possível, fosse por

meio do desenvolvimento de armas ou de estratégias de fuga, já que conhecer o comportamento dos animais era (e ainda é) muitas vezes uma questão de vida ou de morte.

Este conhecimento também possibilitou que o ser humano passasse a domesticar os animais para além da obtenção de alimento e de diferentes materiais, tais como pele, couro, dentes, chifres e ossos, empregados na produção de diferentes itens, e também para o auxílio em trabalhos mais pesados como o transporte e o preparo da terra para o plantio. Durante esse processo, tanto o comportamento como as reações emocionais dos animais em relação aos seres humanos, como a tendência de fuga ou à agressão, certamente foram fatores que tiveram papel fundamental na definição de quais espécies poderiam ser escolhidas para a domesticação. Otta (2015)²² afirma que as diferentes espécies de animais como cães, gatos, gado, cavalos, porcos, dentre outras, passaram por modificações comportamentais durante o processo de domesticação para que se tornassem cada vez mais apropriados para atender aos interesses dos seres humanos. O fascínio dos seres humanos pelos animais fez com que deixassem evidências datadas da pré-história por meio do desenvolvimento da arte rupestre. Quanto ao possível significado desses registros presentes em diferentes regiões do planeta inclusive no Brasil, Thorpe (1982, p. 19) acredita que “[...] tais representações tinham um significado mágico-religioso”. Por essas e outras razões não elencadas, o ser humano, movido tanto pela satisfação das suas necessidades mais básicas, como a alimentação e a segurança, como pela sua curiosidade natural sobre o animal em si mesmo, os observa desde épocas remotas.

Neste sentido o estudo do comportamento animal pode ser definido, de acordo com Del-Claro (2004, p. 12), “[...] como um exercício da curiosidade humana na tentativa de compreensão da sua própria natureza animal”. Este interesse se manteve ao longo da história da humanidade mesmo após o processo de domesticação dos animais, como atestam as representações de diferentes espécies de aves, peixes e mamíferos em baixos-relevos e em pinturas encontradas nas tumbas da realeza do Antigo Egito, demonstrando que a observação do comportamento animal não se encerrou com o desenvolvimento da atividade agrícola (GALEF, 1996). Além dessas representações artísticas com animais como temática, os antigos egípcios também possuíam um vasto panteão de divindades antropozoomórficas, parte humana, parte animal, como Anúbis,

²² Informação fornecida por Otta durante a apresentação da disciplina da pós-graduação PSE 5770 ETOLOGIA, Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Deus dos Mortos, com cabeça de chacal, Hórus, Deus dos Céus, com cabeça de falcão, e Toth, Deus da Sabedoria, com cabeça de íbis. Todos estes exemplos demonstram como o ser humano nutre desde o início da história da humanidade uma curiosidade natural pelas mais diversas espécies de animais. Ao buscarmos as raízes dos estudos do comportamento animal, uma análise retrospectiva da história da biologia nos permite identificar vários estudiosos que, segundo Moreno e Muñoz-Delgado (2007, p. 215), “[...] fazem descrições de vários aspectos do comportamento animal, no que pode ser considerada uma pré-história da etologia”.

Dentre os primeiros destaca-se aquele que figura como um dos principais filósofos da Antiguidade, Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.), cujo nome está invariavelmente ligado à filosofia a tal ponto que, de acordo com Gross (1999, p. 18), “[...] durante séculos ele era conhecido como "O Filósofo". Ele também foi o biólogo líder da Antiguidade Clássica e um dos maiores biólogos de todos os tempos”. Aristóteles produziu vários escritos sobre uma ampla variedade de campos do conhecimento, como a biologia, a física, a lógica, a ética, a política e a arte; entre esses escritos Aristóteles produziu obras tratando da origem, reprodução, anatomia e movimento dos animais²³, como *History of Animals*, *On the parts of the animals*, *The movement of animals*, *The walking of animals* e *On the generation of animals*. Aristóteles empregou abundantemente uma abordagem comparativa para analisar os variáveis aspectos observados entre as diferentes espécies, como em *History of Animals* na qual Aristóteles se refere à presença de diferentes partes ou órgãos em espécies distintas de animais, mas que, por analogia, desempenhavam funções muito próximas, como no trecho onde Aristóteles (2006, p. 52-53) afirma, “Pode por exemplo comparar-se o osso à espinha, a unha ao casco, a mão à garra, a escama à pena; porque a pena representa para a ave o que a escama representa para o peixe”.

Aristóteles elaborou um dos primeiros sistemas de classificação dos seres vivos em virtude de seu vasto conhecimento biológico, a *Scala Naturae* ou “Cadeia dos Seres”, segundo a qual as diferenças e semelhanças entre essas estruturas orgânicas diziam respeito, como Aristóteles (2006, p. 52-53) afirma, “[...] ao seu modo de vida, atividade, caráter e partes que os constituem; estes são aspectos que primeiro abordaremos na generalidade, para depois nos determos e tratarmos cada gênero em particular”. Além das diferenças e semelhanças entre as estruturas, Aristóteles também

²³ Aristóteles mencionou em seus tratados 495 espécies de animais que ele mesmo observara, sempre evitando referências àquelas que não conhecera diretamente (MORENO; MUÑOZ-DELGADO, 2007).

julgava importante considerar a disposição dessas partes ou órgãos no corpo dos animais, pois como Aristóteles (2006, p. 52-53) observa, “[...] muitos animais têm as mesmas partes, mas dispostas de maneira diversa. Veja-se o caso das mamas, que uns têm no peito e outros junto às coxas”. Aristóteles observou corretamente²⁴ que a canção de muitas aves não se apresenta, de acordo com Souto (2005, p. 15-16), “[...] como herdada, visto que os filhotes afastados dos pais cantavam de uma maneira diferente”²⁵, pois segundo afirma Aristóteles (2006, p. 193) no trecho:

Entre as aves de pequeno porte, há casos em que os filhotes diferem, no canto, dos progenitores, se não tiverem sido criados com eles, e se se habituarem a ouvir o canto de outras aves. Já se viu mesmo um rouxinol ensinar os filhos a cantar, o que significa que a linguagem e a voz não são da mesma natureza, e que aquela é susceptível de ser educada.

Outro filósofo grego digno de menção foi Crísipos (280-208 a.C.), pois embora as suas ideias sejam menos citadas na História, merecem crédito porque Crisipos atribuíam aos animais a capacidade, como afirma Souto (2005, p. 16), de “[...] possuírem sentimentos e um impulso, sendo que o último aspecto era uma qualidade da natureza, permitindo que o animal se aproximasse daquilo que lhe seria agradável e se afastasse do desagradável ou perigoso”. Por conta desse impulso, Crisipos considerava que os animais não agiam guiados por uma razão como os seres humanos, de acordo com Souto (2005, p. 16), “[...] posto que eles já nasciam com o ‘saber’ necessário para a vida”. Este entendimento de Crisipos sobre os animais nascerem com o ‘saber’ necessário para a vida se assemelha em muito à usual definição do conceito de instinto, que foi fundamental no processo de formação dos conceitos básicos da Etologia, conforme será abordado adiante.

Em um brutal contraste com as ideias sobre os animais e os seus comportamentos como os de Aristóteles, Crisipos e outros, os conhecimentos biológicos e comportamentais sobre os animais cederam o seu espaço durante a Idade Média, como

²⁴ Aristóteles faz jus à sua fama e deve ser admirado, segundo Moreno e Muñoz-Delgado (2007, p. 215) “[...] pela descrição precisa dos fatos observados, a vastidão de seu conhecimento e suas construções teóricas”.

²⁵ Os pássaros aprendem os seus cantos por possuírem, segundo Alcock (2011, p. 60), “[...] um sistema de controle de canto elaborado cujos componentes contribuem para a memorização precoce de um ou mais cantos, que serão copiados depois quando os aprendizes começarem a praticar o canto”. Assim, os filhotes que forem separados antes de terem tido a oportunidade de ouvir o canto dos seus pais não conseguem desenvolver o canto elaborado padrão característico da sua espécie, embora sejam capazes de cantar uma versão empobrecida desse canto.

afirma Souto (2005, p. 17), a “[...] um dogmatismo religioso crescente [...] Boa parte dos escritos envolvendo animais possuía um caráter de ensinamento religioso e moral [...]”, um quadro de decadência até de certa forma esperado, pois como afirma Mayr (1998, p. 115), “O mundo voltado para si mesmo do cristianismo medieval dava pouca atenção à natureza”. Tal situação somente vem a sofrer uma mudança significativa quando começa a ocorrer uma mudança quanto à atitude em relação aos animais no século XIII a partir dos ensinamentos professados pelo frade católico italiano Giovanni di Pietro di Bernardone (1181?-1226), comumente conhecido como São Francisco de Assis e considerado o protetor dos animais e da natureza. Um dos estudos dessa época foi de autoria do primeiro estudioso de aves desde Aristóteles, o imperador Friedrich II von Hohenstaufen²⁶, cujo trabalho sobre a falcoaria, escrito antes de 1248, de acordo com Haffer (2007, p. 125), “[...] incluía um relato geral das aves baseado em grande parte em suas observações pessoais”. Em seus trabalhos Friedrich II praticou, segundo Haffer (2007, p. 126), “[...] estudos indutivos e buscou a causalidade natural [...] Sua obra *De Arte Venandi cum Avibus* (A arte da caça com pássaros) contém um capítulo introdutório sobre aves em geral, principalmente com base em suas próprias observações”. Esta obra estava muitos séculos a frente do seu tempo por causa do interesse de Friedrich II, segundo Mayr (1998, p. 115), “[...] pela morfologia e biologia dos pássaros. A compreensão genuína de Frederico sobre o animal vivo, tão claramente baseada na experiência pessoal, assomou muito acima do nível de outros escritos contemporâneos sobre a história natural [...]”.

No século XVI se destacam os estudos realizados pelo naturalista suíço Conrad Gessner (1516-1565), autor da obra *Historia Animalium*, considerada marcante para o início da zoologia moderna e na qual Gessner tratou de anfíbios e répteis, pássaros e peixes. Gessner descreveu pela primeira vez muitas espécies de aves da Europa Central, que tinham nomes populares em alemão que foram latinizadas por Gessner, sendo que esta nomenclatura latina foi mantida e adotada duzentos anos mais tarde por Carl Nilsson Linnæus²⁷ (1707-1778) que assumiu, como afirma Haffer (2007, p. 128), “[...] a

²⁶ Friedrich II von Hohenstaufen (1194-1250) foi imperador do Sacro Império Romano-Germânico e Rei da Itália de 1220 até sua morte, além de Rei da Sicília a partir de 1198 e Rei de Jerusalém entre 1225 e 1228 em direito de sua esposa, a rainha Isabel II.

²⁷ Os sistemas de classificação dos seres vivos foram propostos por diversos naturalistas em diferentes épocas, destacando-se dentre esses a figura Linnæus, considerado o ‘pai’ da taxonomia ao propor em sua obra *Systema Naturae* (1735) um sistema hierárquico de classificação para todos os seres vivos de acordo com cinco categorias taxonômicas (reino, classe, ordem, gênero e espécie) que constituem a base do sistema de classificação biológica usado nos dias de hoje, denominada hierarquia lineana. Entretanto os critérios de classificação adotados por Linnæus acabaram resultando em muitos grupos não naturais;

maioria dos nomes latinos de Gessner e eles ainda estão em uso hoje, por exemplo, os dos chapins europeus *Parus cristatus*, *P. major*, *P. ater* e *P. palustris*". No século XVII encontramos as inúmeras observações coletadas pelo botânico e zoologista britânico John Ray (1627-1705), como afirma Somenzi (1994, p. 13), que "[...] em seus tratados entre 1650 e 1700, gostaríamos de mencionar como um exemplo de "antecipação" daquelas sobre as aves a capacidade de «contar», pelo menos aproximadamente, os ovos em seu ninho". Há certamente inumeráveis estudos e obras além das já elencadas realizados em diferentes épocas por diferentes autores, entretanto, apesar da existência dessas evidências fragmentárias de estudos do comportamento animal ao longo da história da humanidade, esse material, segundo Galef (1996, p. 5), "[...] tanto atormenta como informa, pois não sabemos nada sobre os métodos usados nos tempos antigos para observação ou experimentação e pouco dos motivos daqueles que estudam animais há muito tempo".

Tal panorama somente começa a passar por mudanças significativas a partir do movimento histórico conhecido como "revolução científica" ²⁸, nome dado pelos historiadores da ciência, segundo Henry (1998, p. 13), "[...] ao período da história europeia em que, de maneira inquestionável, os fundamentos conceituais, metodológicos e institucionais da ciência moderna foram assentados pela primeira vez". Havia nesse período uma série de tradições disciplinares fundadas na matemática, como a astronomia, a óptica, a mecânica e a cinemática, ou na medicina, como a anatomia, a fisiologia e a farmacologia, além de uma série de artes práticas como a navegação, a cartografia, a mineração, a metalurgia e a cirurgia (HENRY, 1998). É neste novo panorama histórico que são desenvolvidos novos instrumentos como o microscópio, que surgiu no início do século XVII e possibilitou o acesso a fenômenos até então ocultos, e são estabelecidos as primeiras sociedades e periódicos científicos. O que predominou nesse período da história da humanidade foi a ideia, segundo Chauí (2000, p. 57), "[...] de conquista científica e técnica de toda a realidade, a partir da explicação mecânica e matemática do Universo e da invenção das máquinas, graças às experiências físicas e químicas", o que influenciou sobremaneira a filosofia do matemático francês René

apesar disso, do sistema de classificação proposto por ele persistem até hoje o método de classificação hierárquica e o sistema de nomenclatura binomial.

²⁸ O uso que hoje fazemos da palavra "ciência" foi, de acordo com Henry (1998, p. 15), "[...] cunhado no século XIX e, estritamente falando, "ciência" no nosso sentido era algo que não existia no período moderno inicial". O que havia no tempo da revolução científica era na realidade algo chamado "filosofia natural" que, segundo Henry (1998, p. 16), "[...] pretendia descrever e explicar o sistema do mundo em sua totalidade".

Descartes (1596-1650), a qual foi estabelecida, de acordo com Henry (1998, p. 16), “[...] a partir de suas tentativas de fundar a filosofia natural sobre as certezas do raciocínio geométrico”.

Descartes entendeu a natureza filosoficamente como uma realidade mecânica e em suas obras, diferentemente daqueles que o antecederam, propôs uma explicação para as regularidades observadas no comportamento dos animais e, sob determinadas condições, até do ser humano, a quem Descartes atribuía uma mente e uma alma imortal, que o distinguiria dos animais, na forma de mecanicismos subjacentes ao identificar um novo nível de operações que estabelecia que o funcionamento dos corpos dos animais e das máquinas seria análogo. Por conta deste entendimento Descartes proclama que se os corpos dos animais fossem providos, como afirma Descartes (2001, p. 63), “[...] de órgãos e do aspecto de um macaco, ou qualquer outro animal irracional, não teríamos meio algum para reconhecer que elas não seriam em tudo da mesma natureza que esses animais [...]”, originando o conceito do animal-máquina cartesiano²⁹. Entretanto, a contribuição mais relevante de Descartes para o estudo do comportamento animal se encontra na elaboração de uma teoria baseada na observação dos movimentos corporais involuntários que, mediante algum estímulo de origem externa, causavam a geração de um movimento independente da vontade do sujeito observado, a teoria do *undulatio reflexa*, segundo a qual o elemento fundamental para justificar uma explicação apropriada do comportamento consistia em descobrir e caracterizar como operam os componentes desse mecanismo.

A teoria do *undulatio reflexa* proposta por Descartes pode ser considerada uma espécie de precursora, segundo Cunha (2013, p. 92), “[...] da moderna psicologia behaviorista de estímulo-resposta (E-R), cuja ideia consiste na possibilidade de um objeto externo (estímulo) provocar uma resposta involuntária [...]”, e foi utilizada por Descartes para explicar o comportamento animal e, até mesmo, o comportamento dos seres humanos desde que não fosse necessária a intervenção da razão, o que fica explícito quando Descartes (2001, p. 234) afirma que:

[...] de sorte que todos os movimentos que fazemos sem que para isso a nossa vontade contribua (como acontece muitas vezes quando respiramos, andamos, comemos e, enfim, quando praticamos todas as

²⁹ O conceito deste animal-máquina era bem diferente do animal darwiniano que, de acordo com Carvalho (2005, p. 24), era “[...] capaz de pensar, sentir, sofrer. Ponderava, fazia escolhas, cooperava com seus companheiros de grupo. Era ora vingativo, ora fiel; amava e odiava. Atravessava emoções. Um animal inteligente e sensível. Um animal, assim como os homens, dotado de mente”.

ações que são comuns a nós e aos animais) não dependem senão da conformação de nossos membros e do curso que os espíritos, excitados pelo calor do coração, seguem naturalmente no cérebro, nos nervos e nos músculos, tal como o movimento de um relógio é produzido para exclusiva força de sua mola e pela forma de suas rodas.

Por propor a teoria do *undulatio reflexa* Descartes pode ser considerado um inspirador mais remoto na história do estudo do comportamento animal (CUNHA, 2013). Descartes descreve o funcionamento do mecanismo de ação dos movimentos involuntários dos seres humanos segundo a teoria do *undulatio reflexa* por meio do exemplo onde o pé de um indivíduo próximo a uma fogueira é retirado por meio da circulação dos ‘espíritos animais’ pelo corpo (Figura 1), como descrito por Descartes (1680, p. 18-19) no trecho:

[...] se o fogo A se encontrar perto do pé B, as partículas desse fogo que, como se sabe, movem-se muito rapidamente têm a força de mover consigo o lugar da pele desse pé que elas tocam e por esse meio, tocando o pequeno filete cc, que se vê a ele ligado, abrem ao mesmo tempo a entrada do poro d, e, junto ao qual este filete termina, do mesmo modo que se tocando os pontos terminais de uma corda, faz-se soar ao mesmo tempo o sino que pende da outra extremidade. [...] Estando assim aberta a entrada do poro d, e, os espíritos animais da concavidade F penetram e são levados por ela, parte aos músculos que servem para retirar o pé do fogo, e parte aos que servem para voltar os olhos ou a cabeça para observar, e parte aos que servem para movimentar as mãos e dobrar todo o corpo para defendê-lo.

Figura 1 – Ilustração feita por Descartes mostrando o mecanismo de ação de afastamento do pé próximo de uma fogueira de acordo com a teoria do *undulatio reflexa*

O conceito do animal cartesiano que surgiu quando Descartes proclamou que os animais não passavam de máquinas deu início a uma controvérsia que, em constante mudança, continua até os dias de hoje (MAYR, 1974). Um exemplo disso é o trabalho desenvolvido por Loeb, que reviveu no século XX em certa medida a tradição cartesiana quanto à explicação do comportamento animal ao propor a teoria do tropismo da conduta animal baseada na estrutura simétrica do corpo e na qual defendia a ideia, segundo Loeb (1960, p. 13), de que “A análise do mecanismo de ações voluntárias e instintivas dos animais que nos propomos a realizar [...] baseia-se no pressuposto de que todos esses movimentos são determinados por forças internas ou externas”. Loeb considerava que as condições morfológicas e fisiológicas de simetria da estrutura corporal em um animal eram a chave, como afirma Loeb (1960, p. 15), “[...] para a compreensão da conduta animal o que exigia que o mesmo princípio explicasse a conduta das plantas, já que as plantas também possuem uma estrutura simétrica”.

Por conta desse pressuposto, Loeb afirma que foi capaz de mostrar que os animais sésseis se comportariam em direção à luz exatamente como as plantas sésseis, afirmação que em última instância se assemelha com o princípio subjacente à teoria do *undulatio reflexa* cartesiana no que diz respeito ao comportamento animal, uma vez que Descartes via, como afirma Mayr (1974, p. 650), “[...] apenas o estímulo e a resposta, como se a resposta fosse uma reação necessária e automática ao estímulo. A contribuição que o próprio animal, particularmente seu sistema nervoso central, faz à resposta foi inteiramente ignorada”.

Ainda no século XVIII se destacam os estudos do filósofo e naturalista francês Charles George Leroy (1723-1789) que publicou em 1764 a obra *Lettres Sur Les Animaux*³⁰, na qual Leroy (1870, p. 11) afirma que “[...] gostaria de ter a biografia completa de todos os animais”. Leroy acreditava que as mudanças no comportamento dos animais dependiam do contexto em que esses animais se encontravam como fica explícito quando Leroy (1764, p. 11-12) afirma que:

Eu desejaria que, depois de ter tratado o seu caráter individual, apetites naturais e modo de vida, o observador se esforçasse por vê-lo em todas as circunstâncias que possam surgir para opor-se à satisfação imediata dos seus desejos - circunstâncias cuja natureza quebra a

³⁰ Esta obra foi traduzida para o inglês apenas um século mais tarde sob o título *The Intelligence and Affectability of Animals from a Philosophic Point of View, with a Few Letters on Man*.

regularidade dos seus procedimentos ordinários e força-o a recorrer a novos dispositivos.

Leroy foi também um dos primeiros a estabelecer na história do estudo do comportamento animal que, como afirma Leroy (1870, p. 11) “[...] fatos isolados devem ser excluídos”. Além disso, Leroy considerava que o verdadeiro campo de observação do comportamento animal era o estudo comparativo do comportamento, no qual o estudo de cada espécie animal justificava-se por si mesmo, pois nenhuma espécie, como afirma Carvalho (1988, p. 5), “[...] pode ser tomada como representante das outras; evidentemente, o estudo comparativo é útil para a formulação de princípios gerais do comportamento, mas essa utilidade decorre tanto das semelhanças como das diferenças que ele permite evidenciar”. Dada à relevância das suas contribuições para a história do estudo do comportamento animal, Leroy pode ser considerado um dos primeiros a estudar o comportamento comparativamente (MORENO; MUÑOZ-DELGADO, 2007).

Mas foi somente quase um século após a publicação da obra de Leroy que uma segunda revolução na História da Ciência começa a provocar uma mudança profunda nos rumos da biologia e do estudo do comportamento animal, com o advento das teorias propostas por Darwin.

2 - ANTES E DEPOIS DAS TEORIAS DE DARWIN

Em sua jornada ao longo do seu tempo evolutivo e histórico o ser humano passou em algum momento a buscar por algo que o ajudasse a entender melhor o mundo que o cercava. Inúmeras hipóteses, teorias e tratados de ordem filosófica, lógicas, metafísicas ou científicas foram produzidas com o objetivo de satisfazer a nossa inerente (e natural) curiosidade sobre a natureza. E isso nos levou à exploração, à investigação e, principalmente, ao aprendizado, fazendo com que desejemos compreender cada vez mais o mundo a fim de obter cada vez mais informações para incrementar ou alterar o conhecimento. Se fosse possível retrocedermos no tempo ao longo do processo da evolução humana será que poderíamos descobrir quando, onde e por que surgiram os ancestrais mais antigos dos seres humanos atuais, os primeiros hominídeos? Infelizmente isso não é possível, pois este acontecimento ocorreu a milhões de anos atrás, o que nos deixa como opção a formulação de modelos teóricos sobre como seriam as características fisiológicas, anatômicas, genéticas, filogenéticas e comportamentais desses indivíduos, o que nos ajudaria a compreender como foi o processo evolutivo da humanidade.

Na sua tentativa de encontrar explicações para esses e outros tipos de fenômenos, além das questões que o afligiam pessoalmente como as doenças e a morte, o ser humano primeiro começou a criar os mitos da criação como uma forma de responder às questões sobre a origem do mundo, do homem e o sentido de tudo que aprendia do mundo, como comprovam a existências dessas narrativas simbólicas que explicam essa origem em praticamente todas as culturas humanas do planeta, de norte a sul, de leste a oeste. Estes mitos foram durante algum tempo capazes de fornecer explicações satisfatórias para a maioria dos fenômenos da natureza e questionamentos humanos, mas, em algum momento na história da humanidade, chegou ao limite do seu poder explicativo e não foram mais capazes de responder as dúvidas crescentes que surgiam daqueles que se interrogavam, como afirma Chauí (2000, p. 28), sobre “[...] as causas da mudança, da permanência, da repetição, da desaparecimento e do ressurgimento de todos os seres. Haviam perdido força explicativa, não convenciam nem satisfaziam a quem desejava conhecer a verdade sobre o mundo”.

Impulsionado por esta necessidade premente de conseguir cada vez mais e mais explicações, o ser humano acabou tomando duas direções diferentes, em uma delas as

suas ideias foram sendo formalizadas na forma das religiões, as quais preconizaram dogmas que foram criados usualmente com base na revelação teológica (MAYR, 1998). Por outro lado, a filosofia e, mais tarde, a ciência, constituíram o outro caminho utilizado pelo ser humano para abordar, como afirma Mayr (1998, p. 37), “[...] os mistérios do mundo, embora a ciência não estivesse estritamente separada da religião, na sua história primitiva”. Mas com o passar do tempo a crescente curiosidade levou o ser humano a elaborar cada vez mais perguntas cujas respostas traziam à tona mais dúvidas e, para tentar descobrir novas maneiras de explicar os “mistérios do mundo”, o ser humano precisou assumir uma nova atitude diferente da religiosa. E coube aos filósofos pré-socráticos dar início a essa nova forma de buscar, segundo Mayr (1998, p. 37, destaque do autor), “[...] explicações “naturais”, nos termos das forças observáveis da natureza, como o fogo, a água e o ar”, em um esforço para entender a causalidade dos fenômenos naturais.

Esta nova atitude frente ao desafio de buscar explicações sobre a “Verdade, pensamento, procedimentos especiais para conhecer fatos, relação entre teoria e prática, correção e acúmulo de saberes [...]”, como afirma Chauí (2000, p. 11), ainda não era propriamente o que é considerada ciência, mas sim questões filosóficas, pontos a partir dos quais os cientistas partem como questões já respondidas. Entretanto, esta tradição explicativa da causalidade dos “mistérios do mundo” iniciada pelos filósofos pré-socráticos foi abandonada durante séculos após a queda do Império Romano do Ocidente e retomada somente já na época da Alta Idade Média com o advento da revolução científica das ciências físicas no Renascimento, momento histórico no qual aumentou, de acordo com Mayr (1998, p. 38), “[...] a crença de que a verdade divina não nos era revelada apenas por meio da Escritura, mas também pela criação de Deus. [...] Foi essa forma de pensar que ocasionou o nascimento da ciência, como agora podemos entender”. Neste humanismo³¹ renascentista o conhecimento não era imposto ao homem pelo cosmo, pois como afirma Buys (2005, p. 340), “[...] o conhecimento era humano, criação do homem. O humanismo do Renascimento e outras circunstâncias possibilitaram as grandes transformações do pensamento que o homem tinha a respeito do universo e de sua posição nele [...]”.

³¹ O termo “humanismo” surgiu no Renascimento entre o final do século XIV e o início do século XV, e de acordo com Buys (2005, p. 339), “[...] denominava tanto um aspecto literário, os escritores clássicos, quanto um viés filosófico, preocupando-se com o valor do homem e a tentativa de compreendê-lo em seu mundo”.

Apesar de historicamente terem ocorrido de tempos em tempos conflitos entre as teorias propostas por representantes dessa ciência humanista com as teorias aceitas pelos da religião, como o caso da teoria heliocêntrica, uma reformulação da relação entre a Terra e o Sol proposta pelo médico polonês considerado o fundador da astronomia moderna, Nicholas Copernicus (1473-1543), que em sua obra *De revolutionibus orbium coelestium* realiza uma reinterpretação da teoria geocêntrica ptolomaica vigente. Este modo de pensamento é, na verdade, uma perspectiva a partir da ideia de que a ‘verdade divina’ também podia ser revelada por meio das obras criadas por Deus. Embora possa parecer paradoxal devido a uma tendência de se enxergar a ciência e a religião como duas perspectivas opostas e incompatíveis, isso está, na verdade, longe de ser a história toda, pois não houve, embora muitos acreditem, uma ruptura irreconciliável entre a religião e a ciência com o advento da revolução científica durante o Renascimento, posto que a ciência ocidental veio a ser desenvolvida no interior dessa atmosfera religiosa, ou, pelo menos, mantendo uma estreita relação com ela nesse período histórico por meio de indivíduos como o matemático, físico, astrônomo e filósofo italiano Galileu Galilei (1564-1642), cuja ciência foi desenvolvida como parte da religião e não uma alternativa a ela (HENRY, 1998). Sob esta óptica o Renascimento foi um momento histórico de transição, segundo Woortmann (1996, p. 4), “[...] fundamental para a ciência moderna - embora esta só tenha se constituído a partir do mecanicismo newtoniano - e para as ciências humanas em particular, pois a partir dele uma nova humanidade e uma nova alteridade começam a ser descobertas [...]”.

Mesmo o “caso Galileu”, provavelmente o exemplo mais conhecido dos pontos de tensões estabelecidos entre a ciência e a religião, esse não foi de modo algum, de acordo com Henry (1998, p. 82), “[...] o efeito inevitável do embate de duas perspectivas supostamente contraditórias”. Esta coexistência entre a ciência e a religião enquanto visões de mundo compatíveis também influenciou a filosofia, pois, da mesma forma que cientistas como Galileu e Sir Isaac Newton (1643-1727), muitos grandes filósofos, segundo Mayr (1998, p. 38), “[...] do século XVII ao século XIX – por exemplo, Kant - incluíam Deus nos seus esquemas explicativos. A assim chamada teologia natural era, a despeito do seu nome, tanto ciência quanto teologia”. A teologia natural foi mantida pelos séculos XVIII e XIX pelos defensores da ideia da criação especial que sempre insistiram que a complexidade e a harmonia de uma planta ou de um animal e seus respectivos lugares na natureza, como afirma Sapp (2003, p. 4), “[...] foram projetados por seu criador. Processos naturais não poderiam ter levado à

produção e reprodução de estruturas tão complexas como o olho ou o cérebro, nem de coadaptações como de insetos e flores”, porque segundo a teologia natural, a existência e a complexidade desses órgãos, bem como as relações harmoniosas entre as diversas espécies de seres vivos que ocupavam os seus devidos “lugares” na natureza eram somente evidências a favor de um ato de criação de origem divina devido à bondade e sabedoria de um onipotente ‘Criador’.

Entretanto, este cenário no qual a ciência e a religião conviviam lado a lado e mantinham em grande medida certa relação de cumplicidade nas explicações sobre os “mistérios do mundo” começa a passar por mudanças no século XIX quando se desenvolve uma tendência à emancipação da ciência da tutela da religião, o que dá início a uma relação conflituosa entre essas duas perspectivas a partir do momento em que a ciência, de acordo com Mayr (1998, p. 38), “[...] explicava mais e mais processos e fenômenos da natureza por “leis naturais”, fenômenos e processos esses que anteriormente eram considerados inexplicáveis, a não ser pela intervenção do Criador, ou por leis especiais ordenadas por Ele”. Isso faz com que essas duas visões de mundo, antes aliadas, venham a se tornar distintas e com significativas incompatibilidades entre si, com os teólogos naturais baseando o seu discurso na crença em um poderoso criador como a única explicação possível para a origem do universo, dos seres vivos e das muitas variações nos organismos que observamos nos dias de hoje e que encontramos no registro fóssil, refletindo o padrão de pensamento dos teólogos que, como afirma Moore (2002, p. 6), “[...] começa com a resposta e depois procura explicar o mundo em termos dessa resposta”.

Em contrapartida o padrão de pensamento dos cientistas opera na direção oposta, com os fenômenos sendo primeiramente estudados e os cientistas, baseados em observações, evidências e experimentos, propondo explicações racionais tanto para o que aconteceu no passado como para o que acontece no presente e o que acontecerá no futuro por meio de previsões fundamentadas no conhecimento científico. Assim, o discurso científico se constitui em debate com o discurso religioso e o campo da ciência se forma por meio, de acordo com Woortmann (1996, p. 4), do “[...] desimbricamento do campo teológico. O Renascimento não conseguiu realizar plenamente essa separação, mas foi nesse período que ela se iniciou”. E nenhum acontecimento histórico assinalou de modo mais definitivo esse processo de emancipação da ciência em relação à religião do que a revolução darwiniana, pois foi a partir deste momento que, segundo Mayr (1998, p. 29), “[...] tornou-se praticamente impossível dizer, com base em

publicações científicas de um autor, se ele era um cristão devoto ou um ateu”. Embora esta afirmação de Mayr pareça um tanto forte, ela é interessante por nos fornecer uma imagem do contexto no qual as ideias expressadas por Darwin em *On the Origin of Species* passaram a ser consideradas como um divisor de águas por marcar o momento histórico em que o pensamento científico passa a se desprender da influência do pensamento teológico. Isso se deu porque o século XIX foi caracterizado, como afirmam Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013, p. 108):

[...] por um intenso interesse em faunas provenientes de lugares distantes, por resultados de expedições e pelo vasto acúmulo de espécies coletadas por todo o globo. Nessa fase, pensadores e naturalistas, entre eles George-Louis Leclerc Comte de Buffon (1707-1788), Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet – Chevalier de Lamarck (1744-1829), Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt (1769-1859) e, mais tarde, [...] Darwin [...] e [...] Wallace [...], foram fundamentais na transformação de uma História Natural descritiva para um entendimento histórico da natureza aliada ao efeito temporal. A História Natural passou a ser entendida como um processo dinâmico, em vez de estático, permitindo a comparação entre o Velho e o Novo Mundo.

O *corpus* teórico do livro foi desenvolvido ao longo de décadas por um Darwin cheio de dúvidas e mergulhado em profundas reflexões até que se viu sem alternativa e obrigado a aceitar o que as evidências indicavam que, se por um lado impulsionavam as suas teorias, por outro lado as faziam entrar em choque com o paradigma criacionista vigente. E a tudo isso se soma o fato de Darwin ter recebido uma carta do também naturalista britânico Wallace acompanhada pelo manuscrito de seu artigo intitulado *On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type* em 1858, um ano antes da publicação da primeira edição de *On the Origin of Species*, um capítulo da História da Ciência que é geralmente menosprezado, mas que dada a sua relevância para o entendimento do contexto da ciência na época, foi incluído nesta tese. Nessa carta Wallace pede a Darwin dois favores, o primeiro pedindo para que encaminhasse o manuscrito do artigo anexado à carta para Sir Charles Lyell³² enquanto que o segundo era a opinião de Darwin sobre a teoria que desenvolvera a partir das suas observações e evidências colhidas durante as viagens que realizara pelo mundo além-Europa.

³² O advogado e geólogo Charles Lyell (1797-1875) publicou *Principles of Geology* em 1830, um dos livros lidos por Darwin enquanto viajava pelo mundo no *H. M. S. Beagle* e que contribuiu para a formação das suas teorias sobre a evolução e a origem dos seres vivos.

Ao ler o conteúdo do manuscrito Darwin relata que ficou atônito ao perceber que a teoria proposta por Wallace apresentava várias similaridades com as suas próprias. Esta constatação teve como efeito imediato a decisão tomada por Darwin de antecipar a publicação do livro em que tratava das suas teorias, pois apesar desse estar quase terminado, Darwin acreditava naquele momento que ainda seriam necessários mais dois ou três anos para conseguir finalizá-lo a contento. Todas essas questões somadas aos frequentes problemas de saúde fizeram com que Darwin se sentisse instado a publicar um resumo, uma vez que, como afirma Darwin (1859, p. 1-2), “Eu tenho sido mais especialmente induzido a fazer isso, como o Sr. Wallace, que agora está estudando a história natural do arquipélago malaio, chegou quase exatamente às mesmas conclusões gerais que tenho sobre a origem das espécies”. Após ler o manuscrito de Wallace, Darwin, aconselhado por seus amigos Lyell e o doutor Hooker, que tinha lido um esboço do manuscrito de Darwin em 1844 com as suas teorias, decide escrever um artigo contendo trechos do manuscrito intitulado *On the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection*, o qual, junto ao artigo de Wallace intitulado *On the Tendency of Species to form Varieties*, foram lidos em 01 de julho de 1858 na *Linnean Society* e publicados no *Journal of the Proceedings of the Linnean Society - Zoology* um ano depois.

As teorias desenvolvidas por ambos compartilhavam elementos em comum, como a ideia da descendência com modificação dos seres vivos ao longo do tempo, processo por meio do qual seriam produzidas as novas espécies e raças, e a de que essas novas espécies se formavam por meio da ação do mecanismo da seleção natural, como afirma Wallace (2018, p. 30):

A vida dos animais selvagens é uma luta pela existência. O pleno esforço de todas as suas faculdades e todas as suas energias é necessário para preservar sua própria existência e prover a de sua descendência infantil. A possibilidade de obter alimento durante as estações menos favoráveis, e de escapar dos ataques dos seus inimigos mais perigosos, são as condições primárias que determinam a existência de indivíduos e de espécies inteiras. Essas condições também determinarão a população de uma espécie; e por uma consideração cuidadosa de todas as circunstâncias que podemos ser capazes de compreender, e em algum grau de explicar, o que à primeira vista parece tão inexplicável - a abundância excessiva de algumas espécies, enquanto outras intimamente aliadas a elas são muito raras.

O desenvolvimento do conceito da seleção natural por Darwin e Wallace deve ser considerado, segundo Mayr (2000, p. 80), “[...] como um avanço filosófico extraordinário. O princípio permaneceu desconhecido ao longo dos mais de 2.000 anos de história da filosofia, desde os gregos até Hume, Kant e a era vitoriana”, pois o conceito de seleção natural teve um poder notável para explicar, de acordo com Mayr (2000, p. 80), “[...] mudanças direcionais e adaptativas. Sua natureza é a própria simplicidade. Não é uma força como as forças descritas nas leis da física; seu mecanismo é simplesmente a eliminação de indivíduos inferiores”. A teoria da seleção natural levou o filósofo, naturalista e antropólogo Herbert Spencer (1820-1903), conterrâneo de Darwin, a descrever o resultado do mecanismo de ação da seleção natural com o agora familiar termo “*survival of the fittest*” (“sobrevivência do mais forte”), como afirmou Spencer (1864, p. 444-445), “§ 165. Esta sobrevivência do mais forte, que aqui procuramos expressar em termos mecânicos, é aquela que o Sr. Darwin chamou de “seleção natural, ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida.”” Muito além das similaridades, também haviam pontos em que as teorias propostas por Darwin e Wallace divergiam, como, por exemplo, com relação à teoria da seleção sexual proposta por Darwin com a qual Wallace não concordava.

Para Darwin esta forma de seleção acontece na disputa entre indivíduos da mesma espécie e do mesmo sexo, em particular os machos, os quais competem por recursos e oportunidades que facilitem o acasalamento com as fêmeas, como o caso das aves-do-paraíso onde os machos, que possuem uma plumagem vistosa e colorida, por meio da execução de movimentos ritualísticos, tentam chamar a atenção do sexo oposto exibindo, de acordo com Burghardt (2009, p. 105), “[...] características físicas e comportamentais que melhor atraem membros do sexo oposto, talvez como marcadores de fertilidade, saúde, status social e habilidades parentais”, diferentemente das fêmeas dessas espécies, que geralmente possuem uma cor pouco chamativa e que no final das disputas escolhem os parceiros que mais as atraíam, embora a competição entre as fêmeas também seja reconhecida. Por sua vez Wallace considerava que as cores vistosas dos machos dessas aves não teriam como causa a disputa entre os machos pela atenção das fêmeas e nem dependiam da escolha das fêmeas pelos machos mais vistosos, mas que a diferença de coloração entre os machos e as fêmeas ocorre devido à ação da seleção natural, como afirma Wallace (1889, p. 277) no trecho:

Para que as espécies possam ser continuadas, as aves jovens devem ser produzidas, e as aves fêmeas têm que sentar-se assiduamente em seus ovos. Ao fazer isso, elas são expostas à observação e ataque pelos numerosos devoradores de ovos e pássaros, e é de vital importância que elas sejam protegidas de cor em todas as partes do corpo que são expostas durante a incubação. Para garantir este fim todas as cores brilhantes e ornamentos vistosos que decoram o macho não foram adquiridos pela fêmea, que muitas vezes permanece vestida nos tons sóbrios que provavelmente eram uma vez comuns a toda a ordem à qual ela pertence.

Além dessas similaridades e diferenças entre ambas as teorias, Wallace pioneiramente já antecipara e publicara em uma revista em 1855 o artigo *On the law which has regulated the introduction of new species*³³, anos antes da publicação de *On the Origin of Species*, a sua teoria sobre o monofiletismo de todas as espécies de seres vivos provindas a partir de um único ancestral comum, a quem Wallace denomina na sua teoria pelo termo de ‘antítipo’, como afirma Wallace (1998, p. 5) no seguinte trecho:

Também estamos cientes da dificuldade de se chegar a uma classificação verdadeira, mesmo em um grupo pequeno e perfeito; - no estado atual da natureza é quase impossível, as espécies serem tão numerosas e as modificações de forma e estrutura tão variadas, surgindo provavelmente do imenso número de espécies que serviram de antítipo para as espécies existentes, e assim produziram uma complicada ramificação das linhas de afinidade, tão complexas quanto os galhos de um carvalho retorcido ou o sistema vascular do corpo humano.

Wallace também descreve na sua teoria do monofiletismo sobre a ordenação das espécies de seres vivos dentro de um sistema de classificação que lembra os galhos e ramos de uma árvore, a ideia de uma ‘árvore da vida’, a qual é, na maioria das vezes, creditada na História da Ciência exclusivamente à Darwin; a ‘árvore da vida’ wallaciana, é descrita por Wallace (1998, p. 5) no trecho abaixo:

Novamente, se considerarmos que temos apenas fragmentos desse vasto sistema, sendo o tronco e os principais ramos representados por espécies extintas das quais não temos conhecimento, enquanto uma vasta massa de membros e galhos e minúsculos ramos e folhas espalhadas é o que temos para colocar em ordem e determinar a posição verdadeira que cada um originalmente ocupava em relação aos outros, toda a dificuldade do verdadeiro Sistema Natural de classificação se torna aparente para nós.

³³*Annals and Magazine of Natural History*, 2nd Series, v. 16, p. 184–196.

Assim, passados mais de 160 anos da publicação conjunta dos artigos de Darwin e Wallace, e apesar de Wallace ter intuído o funcionamento do mecanismo da seleção natural e a origem das espécies anos antes e mais detalhadamente do que Darwin, Papavero e Santos (2014, p. 177) afirmam que Wallace “[...] ainda permanece relegado a um plano secundário na história das ciências”, onde prevalece o protagonismo de Darwin. Dentro desse contexto enquanto protagonista, o cristão Darwin sabia mais do que qualquer um como as teorias sistematizadas por ele se chocavam com a concepção de que tudo o que existia no mundo havia sido obra de um Criador, sendo que a teologia natural ainda acrescentou a essa concepção a convicção de que no momento da criação, de acordo com Mayr (2004, p. 86), “[...] Deus também havia instituído um conjunto de leis que continuariam mantendo a perfeita adaptação de um mundo bem projetado”. Ciente do iminente desafio, sutilmente Darwin ‘prepara o terreno’ por meio da colocação de uma epígrafe que aparece logo antes do início de *On the Origin of Species*, escolhida por Darwin (1859, p. ii) que afirma que “Mas no que diz respeito ao mundo material, podemos pelo menos ir tão longe quanto isso - podemos perceber que os eventos são provocados não por interposições isoladas do poder Divino, exercidas em cada caso particular, mas pelo estabelecimento de leis gerais”, de autoria de W. Whewell, *Bridgewater Treatise*³⁴.

E as teorias darwinianas proporcionaram as bases sobre as quais se estabeleceram não leis³⁵ gerais, mas princípios gerais que desafiavam frontalmente as três principais leis componentes da teologia natural, que são, segundo Mayr (2004, p. 86), “[...] que o mundo estava evoluindo, e não permanecendo constante; segundo, que novas espécies não eram especialmente criadas, mas derivadas de ancestrais comuns; e, terceiro, que a adaptação de cada espécie é regida de modo contínuo pelo processo de seleção natural”. A teoria da descendência com modificações a partir de um ancestral comum proposta por Darwin implicava em uma continuidade evolutiva entre as diferentes espécies, ideia ao qual Darwin se refere metaforicamente em sua obra como a

³⁴ JONES’ (Rev. R.). *Literary Remains. Consisting of his Lectures and Tracts on Political Economy. With a Prefatory Notice.* By Rev. W. HEWELL, D. D. Portrait.

³⁵ As leis dão lugar a conceitos no darwinismo, diferentemente das ciências físicas, onde as teorias são, via de regra, baseadas em leis, como, por exemplo, as leis do movimento que levaram ao desenvolvimento da teoria da gravitação por Newton, um dos maiores expoentes das ciências físicas, diferentemente das ciências biológicas, pois na biologia evolucionista, segundo Mayr (2000, p. 81), “[...] as teorias são amplamente baseadas em conceitos como competição, escolha feminina, seleção, sucessão e dominância. Esses conceitos biológicos e as teorias baseadas neles não podem ser reduzidos às leis e teorias das ciências físicas”.

‘árvore da vida’ (Figura 2), que também foi utilizada por Wallace para ilustrar a sua teoria do monofiletismo, como visto anteriormente, e esboçada por Darwin em um manuscrito de 1837, mais de duas décadas antes da publicação de *On the Origin of Species*, uma estrutura ramificada com uma raiz única onde o mais antigo antepassado comum ocuparia a posição mais próxima da raiz da árvore (na Figura 2 esta posição corresponde ao ponto onde Darwin escreveu o número 1), que se diversifica em inúmeros ramos evolutivos. A ideia por trás da “árvore da vida” darwiniana incluía também o ser humano, embora isto não estivesse formalmente especificado no livro.

Figura 2 – Esboço feito por Darwin da "Árvore da Vida" em um manuscrito de 1837

Darwin apresentou argumentos justificando as evidências a favor da teoria da evolução e da origem das diferentes espécies de seres vivos, como ao justificar as suas hipóteses sobre a origem das espécies de tentilhões que pudera observar e examinar no arquipélago de Galápagos durante a sua viagem a bordo do *Beagle*, afirmando que todas as espécies de tentilhões derivavam de uma mesma espécie ancestral ao perceber que apesar de haver uma forte semelhança entre elas, cada uma dessas espécies tinha desenvolvido uma forma altamente característica do bico devido às suas especificidades nutricionais. Darwin, com o intuito de mostrar que a diversidade biológica era o resultado de um processo de descendência com modificação e de que as espécies se ramificam sucessivamente a partir de formas ancestrais em comum, as coloca como os galhos de uma árvore, a ‘árvore da vida’ darwiniana e wallaceana. Resumidamente, Darwin se contrapõe ao dogma criacionista em que cada espécie é uma criação independente das outras e, portanto, sem nenhuma relação entre si, como afirma Darwin (1859, p. 6) no trecho:

Embora muito permaneça obscuro, e permanecerá por muito tempo obscuro, não posso duvidar, após o mais deliberado estudo e julgamento desapassionado de que sou capaz, da visão que a maioria dos naturalistas têm, e que eu anteriormente tinha - a saber, que cada espécie foi criada de forma independente - está errado. Estou plenamente convencido de que as espécies não são imutáveis; mas aqueles que pertencem ao que são chamados os mesmos gêneros são descendentes lineares de algumas outras espécies e geralmente extintas, da mesma maneira que as variedades reconhecidas de qualquer espécie são descendentes dessa espécie. Além disso, estou convencido de que a Seleção Natural tem sido o meio principal, mas não exclusivo, de modificação.

A argumentação teórica de Darwin e Wallace por trás da ‘árvore da vida’ não somente forneceu uma explicação que justificava os achados encontrados ao longo da história pelos anatomistas comparativos, como também contribuiu para a reestruturação do sistema de classificação hierárquico lineano dos seres vivos. E o quadro conceitual inédito formado a partir do advento das teorias darwinianas-wallacianas foi revolucionário porque implicou em um processo de ruptura com a tradição cristã baseada no paradigma metafísico criacionista que dominara o pensamento biológico durante séculos e no qual a aceitação literal da Bíblia era a visão padrão dos cristãos no início do século XIX, o que promoveu a substituição de um mundo divinamente controlado, como afirma Mayr (2004, p. 85), “[...] por um mundo estritamente secular, operado de acordo com as leis da natureza”, onde não há necessidade de uma intervenção divina ou da presença de forças sobrenaturais nas explicações sobre a origem e diversificação dos seres vivos.

Uma das consequências imediatas dessa substituição foi a mudança drástica da posição hierárquica ocupada pelo ser humano em relação aos outros seres vivos, pois como afirma Woortmann (1996, p. 7), “A classificação zoológica obedecia à definição bíblica, à hierarquia da Ordem dos Seres que demonstrava a ordem de aperfeiçoamento desejada por Deus e que justificava o princípio do uso do mundo pelo homem, estabelecido pela divindade”, pois dentro do ideário cristão o ser humano era tido como uma criação divina especial e, por isto, se encontrava em um plano superior ao dos demais seres, e que tem como máxima o Velho Testamento, Gênesis, capítulo 1, versículo 26 da Bíblia, quando Deus afirma que “Façamos o homem à nossa imagem e semelhança. Que ele reine sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus, sobre os animais domésticos e sobre toda a terra, e sobre todos os répteis que se arrastem sobre a

terra”. Esta classificação hierárquica estava ligada ao conceito da "Escada da Natureza", *Scala Naturæ*, ou, ainda, a “Cadeia dos seres”, associada ao pensamento essencialista de Aristóteles, que era, por sua vez, uma herança grega desde o tempo dos pitagóricos e de seu mestre, Platão, em que o conceito geral da diversidade do mundo enfatizava a invariância e estabilidade e o que importava era conhecer a “essência”, ou o tipo ideal de cada ser, onde as “essências”, ou “tipos ideais” são eternas e imutáveis, uma vez que para os essencialistas como Platão, de acordo com Mayr (1998, p. 55), “[...] o mundo variado dos fenômenos, analogamente, nada mais era do que o reflexo de um número limitado de formas fixas e imutáveis, *eidōs* (como ele as chamava) [...]”.

A aplicação do pensamento essencialista à biologia significava que, a despeito da enorme variabilidade de espécies de seres vivos, os seus tipos ideais, ou seja, as suas “essências” seriam fixas e imutáveis. Embora discordasse da teoria essencialista de Platão, Aristóteles conserva um pensamento essencialista em sua visão de mundo, pois para Aristóteles a causa formal de um ser corresponderia à “essência”, ou o tipo ideal do ser – ponto no qual o pensamento essencialista de Aristóteles se aproxima do essencialismo proposto pelos pitagóricos e por seu mestre, Platão. E a interpretação criacionista da diversidade de espécies de seres vivos por parte dos fundamentalistas cristãos, de acordo com Mayr (1998, p. 290), “[...] está em perfeito acordo com o conceito essencialista da espécie, segundo o qual cada uma delas se caracteriza por sua essência imutável (*eidōs*) e se separa de todas por uma marcante descontinuidade”. Neste contexto as espécies vivas representam apenas diferentes “tipos” de organismos, ou seja, os indivíduos, de acordo com esse conceito, como afirma Mayr (1998, p. 290), “[...] não guardam qualquer relação especial entre si; eles são meramente expressões do mesmo *eidōs*. A variação é o resultado de manifestações imperfeitas do *eidōs*”.

A remoção do essencialismo do pensamento biológico somente foi possível por meio da introdução do conceito de população, que começou a se espalhar no século XIX e segundo o qual o que importa de fato é o indivíduo, e não o seu “tipo”, pois como afirma Darwin (1859, p. 45), “Ninguém supõe que todos os indivíduos da mesma espécie são lançados no mesmo molde. Essas diferenças individuais são altamente importantes para nós, pois fornecem materiais para a seleção natural se acumular [...]”, da mesma forma que o ser humano pode acumular as diferenças individuais que deseja em suas produções domesticadas. Este conceito favoreceu sobremaneira o desenvolvimento das teorias propostas por Darwin uma vez que, como afirma Mayr (1998, p. 65), “[...] não podia ter chegado à teoria da seleção natural se não tivesse

adotado o pensamento de população”. De acordo com este pensamento as diversas espécies são populações que consistem em indivíduos singularmente diferentes, como por exemplo, o caso dos seres humanos, já que nenhum dos bilhões de seres humanos do planeta é exatamente o mesmo. E é por isto que a teoria da seleção natural se faz tão crucial, pois forneceu, segundo Portugal (2005, p. 107), “[...] um sentido para as transformações e diferenças entre os seres vivos, inexplicáveis na perspectiva lamarquista, se ancora na comunidade, não no indivíduo”. E é ao rejeitar completamente o pensamento tipológico que Darwin ajudou, de acordo com Mayr (2000, p. 82), “[...] a introduzir a história no pensamento científico e a promover uma abordagem distintamente nova à interpretação explicativa em ciência”.

Seja por meio da inserção de novos conceitos como o monofiletismo através da teoria da descendência com modificações a partir de um ancestral comum, o mecanismo da seleção natural e o conceito de população, as teorias propostas por Darwin-Wallace causaram mais do que o destronamento do ser humano ao incluí-lo na árvore filética da descendência comum e subtrair-lhe a posição privilegiada na natureza de uma criação única de origem divina dotada de uma alma imortal a ele conferida, como afirma Mayr (1998, p. 566-567), “[...] pela Bíblia e pelos escritos de praticamente todos os filósofos. Isso, por assim dizer, destronou o homem. Tratava-se de um conceito verdadeiramente revolucionário, muito diferente da consideração do homem como o pináculo da escala do ser”, o que propiciou uma explicação naturalística no lugar de uma explicação teológica da posição dos seres humanos e dos animais na natureza ao explicar a adaptabilidade e a diversidade do mundo biológico unicamente materialisticamente, o que não requer a existência de Deus como criador ou *designer*. Ou como Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013, p. 108) afirmam, “Onde se pregava o existencialismo tipológico e determinista, passou-se a uma visão de mundo transformista e imperfeito”.

Além disso, a partir das suas implicações, as teorias evolutivas levaram ao estabelecimento de um novo *Zeitgeist* na História da Ciência que provocou uma mudança profunda nos rumos tomados pelo pensamento humano, já que o impacto das teorias propostas por Darwin-Wallace não se limitava somente à evolução e às consequências da evolução, pois, como afirma Mayr (2004, p. 85), “[...] isso também incluiu toda uma série de novas ideologias. Em parte, eram refutações de conceitos honrados como a teleologia; em parte, eles eram a introdução de conceitos inteiramente novos, como a biopopulação [...]”. A teleologia, assim como o essencialismo, era outro conceito prevalente desde a época de Platão e Aristóteles e que apregoava a existência

de uma força no mundo baseado na ideia de que há um objetivo, uma finalidade na natureza e nos seus processos, direcionado a atingir uma perfeição cada vez maior. Ao explicar o ‘plano’ da natureza como sendo, de acordo com Mayr (1998, p. 568), “[...] o resultado de processos puramente materiais e não finalísticos [...]”, a teoria da seleção natural eliminou a necessidade de qualquer teleologia global, como a teleologia que foi utilizada para justificar caracteres adaptativos, uma vez que os seus partidários nos séculos XVII e XVIII viam claramente a expressão de um objetivo com o “plano” das estruturas, dos órgãos e dos sistemas envolvidos nas funções fisiológicas, tais como o coração, que bombeia o sangue pelo corpo, ou os rins, que filtram o sangue e eliminam os subprodutos do metabolismo, e o sistema imunológico que protege o organismo da ação de diferentes agentes como vírus e bactérias. E mesmo que em um primeiro momento estes elementos pareçam ter uma meta a ser atingida, todos se desenvolveram durante o processo de evolução onde foram sendo modificados por meio da ação da seleção natural. Assim, o conceito teleológico que atribuía um ‘plano’ a todas essas estruturas, órgãos e sistemas acaba se esvaindo por conta dos processos sujeitos à ação das forças evolutivas teorizadas por Darwin-Wallace que indicavam que tanto a origem quanto o aperfeiçoamento gradual de todos esses elementos eram satisfatoriamente explicados por meio do mecanismo da seleção natural que tornou desnecessário, de acordo com Mayr (2000, p. 80), “[...] a invocação de “causas finais” - isto é, quaisquer forças teleológicas que levem a um fim particular. De fato, nada é predeterminado. Além disso, o objetivo da seleção pode mudar de uma geração para outra, pois as circunstâncias ambientais variam”.

Apesar de todo o reconhecimento que as teorias propostas por Darwin-Wallace receberam na História da Ciência, elas acabaram se tornando o centro de discussões acaloradas por membros de diferentes setores da sociedade e até mesmo de críticas dentro das próprias comunidades científicas, além dos ataques dos teólogos por conta das implicações imediatas das teorias evolutivas nas crenças dogmáticas até então vigentes, como o essencialismo e a teleologia. Entretanto, mesmo em meio a um turbilhão como esse, uma teoria pode até ser, como afirma Lakatos (1978, p. 8), “[...] de supremo valor científico, mesmo que ninguém a entenda, muito menos acredite nela [...] Seu valor científico depende apenas do apoio objetivo que essas conjecturas têm nos fatos”. E este foi exatamente o que aconteceu com as teorias darwinianas-wallaceanas, que marcaram o início de uma série de mudanças históricas que afetaram não somente a concepção do ser humano acerca do mundo como também quanto ao seu próprio lugar

nele, pois na estrutura ramificada da ‘árvore da vida’ desenvolvida por Darwin-Wallace as diferenças existentes entre as várias espécies de seres vivos perdem, de acordo com Yamamoto (2006, p. 14), “[...] a conotação de grau ou *status*, de melhor e pior, de perfeito e imperfeito, sem perder sua relação histórica com a raiz da vida”, ideia que também abriu a possibilidade de se estudar o comportamento dos seres vivos do ponto de vista evolutivo. O início do estudo do comportamento animal se deu a partir do desenvolvimento da ideia de Darwin de considerar o comportamento, assim como as estruturas orgânicas, uma característica inerente aos seres vivos e, assim, também sujeita ao processo evolutivo. E essa ideia foi resultado da já relatada curiosidade desde a infância de Darwin, que possibilitou que anos mais tarde se impressionasse tanto com a diversidade como com a complexidade dos fenômenos comportamentais; e isso o influenciou enquanto desenvolvia as teorias da evolução, quando Darwin considerou que também era necessário, segundo Burghardt (2009, p. 104), “[...] mostrar que o comportamento - para Darwin não menos uma parte da biologia de uma espécie do que traços físicos - poderia ser interpretado à luz da seleção natural”.

E foi esta a matéria-prima para o desenvolvimento dos estudos realizados entre o final do século XIX e início do século XX pelos ‘precursores’ da Etologia, que a proveram, como visto anteriormente, de seus ‘primeiros fatos’ que abriram a possibilidade de consolidar o estudo do comportamento animal como uma nova área de pesquisa independente já nas primeiras décadas do século XX por Lorenz, considerado um dos ‘fundadores’ da Etologia por ter formulado uma linha de pesquisa desenvolvida por meio de estudos sobre o comportamento característico de várias espécies de pássaros com os quais convivia e que possibilitaram a sua compreensão de como o passado evolutivo das diferentes espécies de animais podia ser rastreado por meio da comparação entre os padrões comportamentais característicos dessas espécies. O impacto de longa duração iniciado com a ascensão das teorias darwinianas-wallaceanas na História da Ciência propiciou que se desenvolvesse o entendimento de que a descrição do comportamento animal passasse a ser acoplada à discussão de como e por que o comportamento dos animais deve ser observado e analisado evolutivamente, discussões estas que, segundo Galef (1996, p. 5), além de “[...] centrais para o surgimento de uma ciência coerente do comportamento animal, tornaram-se um foco de atividade intelectual durante o século XIX na Grã-Bretanha”.

A influência das teorias darwinianas se fez presente para o desenvolvimento do estudo evolutivo do comportamento animal com o próprio Darwin sendo o maior

responsável por dar o primeiro passo que possibilitou o desenvolvimento desse estudo por meio da aplicação das teorias evolutivas como explicações sobre o conceito de instinto no capítulo VII de *On the Origin of Species*, elemento-chave empregado pelos ‘precursores’ da Etologia para compreender e explicar o papel do comportamento na história evolutiva dos seres vivos, e que levou à construção das bases teóricas e experimentais que culminaram no estabelecimento dessa ciência, que tinha como objetivo identificar, como afirmam Eibl-Eibesfeldt e Wickler (2008), “[...] tanto filogeneticamente quanto fisiologicamente as relações funcionais de todos os fatores envolvidos no comportamento” nas primeiras décadas do século XX pelos primeiros etólogos.

3 – O CONCEITO DE INSTINTO E A ETOLOGIA

Sob o comportamento variado que os animais aprendem encontram-se padrões motores invariáveis que esses herdam. Estes traços de comportamento são tanto uma característica de uma espécie como a estrutura corporal e a forma.

Konrad Zacharias Lorenz

O processo de formação e desenvolvimento da história de uma ciência não deve se restringir somente a uma sequência linear de acontecimentos e de descobertas, ainda mais quando esse processo está sujeito a períodos em que as pequenas e as grandes continuidades do pensamento se alternam e se mesclam, uma vez que as descrições históricas, como afirma Foucault (2008, p. 5), “[...] se ordenam necessariamente pela atualidade do saber, se multiplicam com suas transformações e não deixam, por sua vez, de romper com elas próprias [...]”. E a História da Ciência mostra como o protagonismo do conceito de instinto na história da formação da Etologia fez com que a área viesse a ser considerada uma abordagem para o estudo do comportamento animal, segundo Eibl-Eibesfeldt e Kramer (1958, p. 181), “[...] derivado da descoberta de movimentos instintivos”. Neste contexto conceitual o objetivo da Etologia se forma em torno da questão de buscar explicar, como afirmam Eibl-Eibesfeldt e Wickler (2008), “[...] tanto filogeneticamente quanto fisiologicamente as relações funcionais de todos os fatores envolvidos no comportamento”.

As questões iniciais sobre o instinto foram como delimitar e definir esse conceito. Historicamente encontramos na Antiga Grécia uma noção semelhante ao entendimento popular do conceito de instinto como uma forma de explicar o comportamento dos seres vivos e que remonta pelo menos até Aristóteles, que argumentava em *De Anima*, como Huebner (2015, p. 175) afirma, “[...] que as ações dos animais são dirigidas por um impulso de acordo com as exigências de sua natureza”. Discípulo de Aristóteles, Teófrastes (372-287 a.C.) afirmava que as bases da conduta comportamental seriam, de acordo com Souto (2005, p. 16), “[...] as mesmas para todos os seres vivos, e o impulso do comportamento recebeu dele o nome de ‘instinto’”, além de Crisipos que acreditava que os animais já nasciam com ‘saber’ necessário para a vida, como visto anteriormente. Entretanto, estudos sobre o comportamento instintivo dos animais se situam no século XVII com os trabalhos desenvolvidos por John Ray, os

quais trouxeram importantes realizações, segundo Moreno e Muñoz-Delgado (2007, p. 216), “[...] que propõem as ideias do autor sobre instinto, consciência e inteligência. Essas concepções [...] têm o mesmo valor quando comparadas às ideias postuladas pelos psicólogos comparativos atuais”.

Mas a ideia que atribue como o ato de um Criador a origem do comportamento instintivo foi a que prevaleceu e veio sendo propagada desde a Antiguidade Clássica de acordo com a herança deixada pelas obras escritas, segundo Cziko (2000, p. 113), “[...] de Aristóteles, Tomás de Aquino e Descartes, e permaneceu popular e virtualmente incontestado através do século dezoito”. Assim, o instinto era visto nos escritos de *natural history* anteriores as teorias propostas por Darwin-Wallace como uma espécie de ‘dom’ dos seres vivos de origem divina, tendo o ser humano como a única exceção, posto que esse ser agiria guiado pela faculdade mental da razão. De acordo com essa concepção de instinto, cada uma das diferentes espécies de seres vivos fora pensada para ter, como Huebner (2015, p. 175) afirma, “[...] um conjunto de disposições fixas em seu modo particular de existência, e os seres humanos foram pensados para serem dotados não com instintos, mas com a razão, para guiar suas ações”. É dentro dessa tradição do pensamento cristão que encontramos o arqui-diácono, teólogo e filósofo inglês William Paley (1743-1805), que considerava o comportamento instintivo dos animais uma prova da existência e da sabedoria de Deus. Apesar de seguidores da tradição do pensamento cristão, providencialistas como Paley merecem crédito por perceberem uma característica importante dos comportamentos instintivos dos animais, a de que estes comportamentos são essenciais, de acordo com Cziko (2000, p. 114), “[...] para a sobrevivência e sucesso reprodutivo do animal, embora seja improvável que o animal esteja atento à sua função final”, pois Paley (1831, p. 442) considerava que o instinto:

[...] é uma propensão anterior à experiência e independente da instrução. Nós afirmamos que é por instinto que os sexos dos animais procuram um ao outro; que os animais acalentam a sua descendência; que o jovem quadrúpede é direcionado para a teta de sua mãe; que os pássaros constroem seus ninhos, e chocam com tanta paciência seus ovos; que os insetos que não se sentam em seus ovos os depositam naquelas situações particulares, nas quais os jovens chocados encontram seu alimento apropriado; que é o instinto que transporta o salmão e alguns outros peixes para fora do mar em rios, com o propósito de espalhar suas crias em água fresca.

Entretanto, enquanto providencialistas como Paley viam Deus como a explicação para o comportamento instintivo dos animais, outros indivíduos procuravam explicações mais naturalistas e materialistas para esse comportamento, como os da tradição sensacionalista que consideravam a teoria do instinto animal, de acordo com Richards (1982, p. 279), “[...] como uma filosofia antiquada. Re'amur³⁶, Guer, Condillac e Ley Roy condenaram a teoria que invocava imagens inatas e empregou uma *machina ex Deo* para explicar os fenômenos naturais”, pois nas teorias tradicionais do instinto havia a suposição de que as atividades instintivas eram rigidamente uniformes nas espécies. Re'amur, por exemplo, realizou pacientes pesquisas empíricas onde, de acordo com Richards (1982, p. 247), “[...] detectou os movimentos da inteligência mesmo entre os insetos, protestou contra a presunção dos cartesianos de fixidez predeterminada, semelhante à máquina, na conduta dos animais”. Pesquisas como a de Re'aumur mostraram que mesmo os insetos eram capazes, segundo Richards (1982, p. 279), “[...] de ação inteligente. Para Condillac e Le Roy, isso significava que os instintos podiam ser interpretados como uma conduta inteligente que se tornava habitual”.

O próprio avô paterno de Darwin, o médico Erasmus Darwin³⁷ (1731-1802) e outros ‘sensacionalistas da época acreditavam que todo comportamento se baseava, como afirma Cziko (2000, p. 115), “[...] na experiência e inteligência do organismo individual, e descreveu maneiras pelas quais o comportamento aparentemente instintivo poderia ser explicado como tal”. Apesar desta crença na experiência e na inteligência como as bases do comportamento dos animais, havia uma questão que era difícil para os ‘sensacionalistas’ ignorarem, as observações que evidenciavam a capacidade dos animais de exibirem padrões de comportamento extremamente complexos antes de terem tido qualquer oportunidade de aprendê-los. Para admitir a presença de evidências desse tipo os ‘sensacionalistas’ tentaram fornecer explicações que seriam consistentes com as ideias da tradição sensacionalista. Erasmus Darwin, por exemplo, argumentou que os instintos congênitos eram realmente comportamentos aprendidos, muito embora tenham sido, de acordo com Richards (1982, p. 279), “[...] adquiridos no útero. Cabanis, embora de opinião semelhante, ainda enfatizava que os instintos eram as consequências de hábitos não inteligentes moldados por estruturas anatômicas herdadas”. O naturalista

³⁶ Rene-Antoine de Re'aumur (1683-1757), Jean-Antoine Guer (1713-1764), Étienne Bonnot de Condillac (1715-1780) e Charles-Georges Le Roy (1723-1789).

³⁷ Os trabalhos mais importantes de Erasmus Darwin foram *The botanic garden*, *Zoonomia*, *Phytologia* e *The temple of nature*. As principais ideias de Erasmus Darwin sobre a transmutação das espécies estão expressas no poema *The botanic garden*, e especialmente no tratado *Zoonomia* ou *The laws of organic life*.

‘sensacionalista’ Lamarck, por sua vez, como afirma Richards (1982, p. 279), “[...] refinou a teoria cabaniana ao fazer referência a estruturas nervosas específicas e a um *sentiment intérieur*”. Cabanis, Lamarck e, até certo ponto, Erasmus Darwin, inventaram um mecanismo, sob inspiração das ideias sensacionalistas, segundo Richards (1982, p. 279), “[...] para a evolução da anatomia e do comportamento: a herança dos efeitos das práticas habituais, um mecanismo que foi essencialmente adotado por Charles Darwin em suas primeiras formulações de teoria evolutiva, assim como por uma série de evolucionistas [...]”.

Já na primeira metade do século XIX se destaca a presença de dois naturalistas europeus, o zoólogo e paleontólogo francês Georges Léopold Chrétien Frédéric Dagobert Cuvier (1769-1832) e Lamarck, que são, de acordo com Huebner (2015, p. 175), “[...] representantes de duas das principais orientações científicas na compreensão do instinto antes da revolução darwiniana e seus trabalhos servidos como pontos de referência críticos para teorias posteriores”. Cuvier foi um dos que formalizaram o conceito popular do instinto por meio da sua obra *The Animal Kingdom*, onde, de acordo com Cuvier (1834, p. 22-23):

Em um grande número de animais, no entanto, há outro tipo de inteligência, chamado instinto. Isso os induz a certas ações necessárias para a preservação das espécies, mas muitas vezes completamente estranhas aos desejos aparentes do indivíduo; muitas vezes também muito complicado, e que, se atribuído a inteligência, supõe que a prospectiva e o conhecimento das espécies sejam capazes de realizá-los infinitamente superiores ao que pode ser admitido.

Além dessa formalização do conceito, Cuvier considerava que o instinto e a inteligência ocorriam em uma razão filogenética inversamente proporcional nos seres vivos, com a classe dos mamíferos no topo dessa classificação por causa do ser humano e das suas superiores “faculdades” mentais, como afirma Cuvier (1834, p. 30) no trecho:

Os mamíferos são colocados à frente do reino animal, não só porque é a classe a que o próprio homem pertence, mas também porque é aquela que goza das faculdades mais numerosas, das sensações mais delicadas, dos mais variados poderes de movimento, e em que todas as diferentes qualidades parecem combinadas para produzir um grau de inteligência mais perfeito, o mais fértil em recursos, mais susceptíveis de perfeição e menos escravos do instinto.

Cuvier utilizou o conceito de *fixed instinct* para explicar o comportamento de animais com exemplos agora considerados clássicos, como o processo de formação do favo de mel pelas abelhas e a construção dos ninhos pelas aves sobre a qual Cuvier (1834, p. 22-23) afirma que “A engenhosidade e as habilidades exibidas por pássaros em seus ninhos de construção diferente, e sua ternura e cuidado em proteger seus ovos e jovens, são conhecidos por todos; é a principal parte do seu instinto”. Cuvier considerava que todos estes tipos de ações executadas por esses animais eram resultados do comportamento instintivo e não o efeito da imitação, pois como argumenta Cuvier (1834, p. 22-23) no seguinte trecho:

[...] muito frequentemente os indivíduos que os executam nunca os viram interpretados por outros: não são proporcionados pela inteligência comum, mas tornam-se mais singulares, mais sábios, mais desinteressados, na medida em que os animais pertencem a classes menos elevadas, e em todo o resto de suas ações são mais aborrecidas e estúpidas. Eles são apenas propriedade da espécie, que todos os seus indivíduos executam da mesma maneira sem nunca melhorar uma partícula.

Em contraste ao conceito de *fixed instinct* formalizado por Cuvier, Lamarck defende na obra *Philosophie zoologique* (1809) a teoria de que o instinto podia ser adquirido durante a vida de um ser vivo como um hábito que estaria sujeito a mudanças durante o curso da vida desse ser e que poderia ser transmitido aos seus descendentes, argumento este que permitia a Lamarck explicar como os padrões de comportamento aparentemente inatos podem ser alterados, de acordo com Huebner (2015, p. 176), “[...] de forma permanente e hereditária, como na “domesticação” dos animais”. Mas ainda se passariam cinquenta anos antes que uma explicação que abrangesse tanto a origem como a perpetuação do instinto nos seres vivos aflorasse a partir de 1859 com a publicação das teorias propostas por Darwin-Wallace, pois até então todas as propostas evolutivas, como a de Lamarck, segundo Mayr (2000, p. 80), somente “[...] endossavam a evolução linear, uma marcha teleológica em direção a uma maior perfeição que estava em voga desde o conceito de *Scala Naturae* de Aristóteles, a cadeia do ser”.

É somente neste novo contexto que se desenvolve a ideia de que o instinto não deveria ser entendido apenas como um ‘dom’ dos seres vivos de origem divina por conta de um processo vinculado a um criador onipotente, como defendiam os teólogos naturais e os providencialistas, ou como um hábito sujeito a mudanças e que poderia ser transmitido hereditariamente, como defendia Lamarck, mas sim como uma

característica intrínseca aos seres vivos e, como tal, sujeita ao processo evolutivo, como Darwin afirma no capítulo VII, *Instinct*, em *On the Origin of Species* que será universalmente admitido que os instintos, segundo Darwin (1859, p. 209), “[...] são tão importantes quanto à estrutura corpórea para o bem-estar de cada espécie, sob suas atuais condições de vida”. E desta forma Darwin coloca pela primeira vez na história do estudo do comportamento animal o comportamento instintivo dos seres vivos como matéria bruta sobre a qual se exercem, de acordo com Ades (2012, p. 181), “[...] os efeitos seletivos, e o torna equivalente a outros caracteres, capaz de ser transmitido, eliminado ou transformado num processo histórico de preservação e mudança”. O próprio Darwin foi, inclusive, o primeiro investigador a reconstruir, segundo Ghiselin (1973, p. 965) “[...] a história evolucionária do comportamento usando o método comparativo moderno”.

De acordo com esta nova linha de investigação, os comportamentos foram delineados pela seleção natural a fim de responder aos inúmeros desafios que os seres vivos tiveram de enfrentar durante a longa história filogenética, da mesma forma que os caracteres biológicos das espécies. E o campo moderno da Etologia comparativa pode ser traçado de volta, segundo Burghardt (2009, p. 104), “[...] à *On the Origin of Species* e uma preocupação com o comportamento instintivo, em vez de aprendido ou inteligente, e o valor de uma abordagem evolucionária na compreensão de como o comportamento evoluiu em suas inúmeras formas através da seleção natural”, como o caso da formiga e dos pulgões, para explicar o instinto, quando Darwin (1859, p. 210), afirma que:

Novamente, como no caso da estrutura corporal, e de acordo com a minha teoria, o instinto de cada espécie é bom para si, mas nunca, até onde podemos julgar, foi produzido para o bem exclusivo de outros. Um dos exemplos mais fortes de um animal aparentemente executando uma ação para o bem único de outro, com o qual estou familiarizado, é o dos pulgões voluntariamente cedendo sua doce excreção às formigas: que elas o fazem voluntariamente, mostram os seguintes fatos.

Mais do que apresentar as soluções teóricas embasadas pelo resultado de experiências, a originalidade de Darwin nesse capítulo reside no fato de que ele não tira apenas seu motivo e seu valor da contraposição às teorias criacionistas porque Darwin, na verdade, acaba inaugurando uma nova forma de pensamento e de como examinar o comportamento animal em grande parte devida aos argumentos, mas principalmente,

como afirma Ades (2012, p. 179), a “[...] uma proposta paradigmática para a análise dos comportamentos típicos da espécie, verdadeiro ponto de partida para as abordagens atuais da etologia e da ecologia comportamental”. Apesar de Darwin considerar que poderia ter tratado do conceito em capítulos anteriores, julgou que seria mais conveniente e oportuno tratar o instinto de forma separada do corpo teórico devido à sua complexidade, mas principalmente por causa das possíveis objeções às suas teorias ao admitir que, como afirma Darwin (1859, p. 207), “[...] um instinto tão maravilhoso como o das abelhas que produzem seus favos provavelmente terá ocorrido a muitos leitores, como uma dificuldade suficiente para derrubar toda a minha teoria”. Darwin faz um exercício teórico vigoroso para explorar o conceito em profundidade, incluindo os casos aparentes de herança, de acordo com Huebner (2015, p. 176), “[...] de novos hábitos pelos descendentes de animais domesticados; o desenvolvimento de instintos que parecem demasiado intrincados para se desenvolverem espontaneamente; instintos que parecem ir contra a autopreservação; e outros”.

Ao invés de selecionar exemplos mais simples, Darwin considera que a melhor tática para se aprofundar sobre como os instintos se modificaram pela ação da seleção natural seria explicando por meio do estudo dos instintos mais complexos e aparentemente inexplicáveis, como a colocação de seus ovos em ninhos de pássaros alheios pelo cuco, o hábito escravagista de algumas espécies de formigas, a perfeição geométrica dos favos de mel construídos pelas abelhas além da existência de indivíduos estéreis em grupos coloniais de himenópteros, como citados anteriormente. Darwin afirma que a única resposta que explicaria todos esses complexos comportamentos instintivos podia ser encontrada na transposição do foco de análise antes centrada no indivíduo, uma herança do essencialismo, para uma análise centrada na população, uma solução que, segundo Portugal (2005, p. 113):

[...] permitiu a aplicação da teoria da seleção natural a estes casos foi o reconhecimento da diferença entre o animal que seleciona um comportamento por sua utilidade (o animal é o centro decisório) e o animal que é selecionado por seu comportamento útil (o animal é parte de um processo). A unidade de medida passa a ser a população ou a comunidade.

Darwin credita a origem de toda essa variedade de instintos observados nos animais à ação do mecanismo da seleção natural, pois, como Darwin (1859, p. 209) afirma, “[...] se puder ser demonstrado que os instintos variam muito pouco, então não

vejo dificuldade em preservar a seleção natural e acumular continuamente variações de instinto em qualquer extensão que possa ser lucrativa”. Para Darwin esta explicação resolveria a questão da origem dos instintos mais complexos dos seres vivos que, assim como modificações da estrutura corpórea, surgem e são aumentadas por uso ou hábito, e diminuídas ou perdidas por desuso, e que o mesmo processo teria ocorrido com os instintos. Curiosamente, Darwin opta em não fornecer nenhuma definição particular ao conceito de instinto em *On the Origins of Species* ao se limitar atribuindo ao conceito o mesmo significado dado pelo senso comum de que considera instintivo o ato, como afirma Darwin (1859, p. 207), “[...] quando realizada por um animal, mais especialmente por um muito jovem, sem qualquer experiência, e quando realizada por muitos indivíduos da mesma maneira, sem que eles saibam para que é realizado, geralmente é dito ser instintivo”. Para Darwin os instintos eram consequências diretamente relacionadas à luta pela sobrevivência e do sucesso reprodutivo dos indivíduos que já possuíam hábitos úteis. Este entendimento do conceito de instinto proposto por Darwin foi a pedra angular para o início dos estudos do comportamento animal, pois após um intenso trabalho de observação os precursores desse estudo constataram que, dentre todo o repertório comportamental de diferentes espécies de animais se destacavam certos padrões comportamentais característicos que eram exibidos instintivamente por diferentes indivíduos e de forma bastante constante; o posterior desenvolvimento dos estudos dessas “estruturas comportamentais” dos animais culminou na constituição da Etologia enquanto área do conhecimento, e foi decorrência das teorias propostas por Darwin em 1859.

O desejo de Darwin de demonstrar que os instintos, assim como as estruturas corporais dos animais, se originaram de um processo gradual de seleção natural era um verdadeiro desafio, pois, como afirma Ades (2012, p. 180), “[...] Não existia, na época, conhecimento das bases fisiológicas que permitisse que os instintos fossem avaliados como se avaliam os aspectos morfológicos”. Mas Darwin forneceu evidências para sustentar as suas teorias que permitiram que o comportamento instintivo passasse a ser estudado como um critério filogeneticamente tão estável e confiável quanto às próprias estruturas corporais características das diferentes espécies de animais, porque Darwin claramente concordou com a visão, de acordo com Burghardt (2009, p. 104), “[...] de que muito comportamento animal era instintivo e que os padrões de comportamento poderiam ser estudados de uma maneira similar àquela de outros traços evoluídos, uma ideia abraçada pelos etologistas”. Desta forma, um problema considerado psicológico

como o instinto passou a ocupar, portanto, segundo Portugal (2005, p. 113), “[...] um lugar destacado no estabelecimento da teoria da seleção natural, envolvendo-a numa longa reflexão sobre a moral e as faculdades mentais”. Assim sendo, estamos em dívida com Darwin pelo seu pioneirismo em utilizar o comportamento instintivo como matéria bruta sobre o qual, de acordo com Ades (2012, p. 181), “[...] se exercem os efeitos seletivos, e o torna equivalente a outros caracteres, capaz de ser transmitido, eliminado ou transformado num processo histórico de preservação e mudança”.

O pioneiro do estudo do comportamento instintivo dos animais sob a ótica darwiniana foi o britânico Douglas Alexander Spalding (1840-1877) que iniciou a sua pesquisa sobre o tema já na década de 1860, fortemente influenciado, segundo Goodwin (2010, p. 165), “[...] pelo fervor evolucionista que animava a *Intelligentsia* da época”. Spalding, que se interessava pelas implicações darwinianas da continuidade mental entre os animais e os seres humanos, realizou na década de 1870 uma curta série de experiências comportamentais usando como sujeitos os indivíduos de espécies de animais domesticados, como pintinhos e leitões, e de não domesticadas, como as andorinhas, conseguindo obter por meio dessas experiências os resultados que estabeleceram tanto a existência como a relevância do comportamento instintivo para os estudos do comportamento animal ao analisar a relação entre o instinto e o ambiente como fatores que afetavam o comportamento dos animais recém-nascidos. Apesar das suas experiências não terem sido realizadas dentro de um laboratório, metodologicamente Spalding adotou uma série de medidas cautelosas para a realização das experiências em que eram causadas privação sensorial temporária visual com o uso de carapuças e de privação auditiva com materiais que atuavam como tampões de ouvidos em suas jovens cobaias durante períodos que podiam variar de algumas horas até vários dias após o nascimento desses animais e que forneceram a Spalding provas convincentes da relevância do comportamento instintivo para os animais. Em 1872 Spalding publicou um artigo na revista *Nature*, que foi seguido, segundo Thorpe (1979, p. 36), “[...] por outros seis que relacionava o instinto com a aquisição do comportamento através da experiência; o último apareceu em 1875³⁸ o ano de sua morte por tuberculose”. Assim, o trabalho pioneiro de Spalding sobre o comportamento instintivo se adiantou, como afirma Thorpe (1979, p. 36), “[...] a maioria dos escritos importantes sobre comportamento animal produzidos na Inglaterra no século XIX”.

³⁸ A maioria das outras fontes utilizadas durante as pesquisas dão conta de que a morte de Spalding ocorreu na verdade no ano de 1877.

Uma amostra das experiências que Spalding projetou foi aquela a fim de testar a capacidade inata de voo das andorinhas.

Para isso Spalding manteve alguns filhotes de andorinhas em estreitas gaiolas que os impediam de praticar quaisquer movimentos relacionados ao voo enquanto foram mantidas enclausuradas. Apesar desta restrição ambiental, tão logo esses filhotes atingiram a idade em que os filhotes de andorinhas normalmente voam na natureza, os auxiliares de Spalding observaram que essas jovens andorinhas foram capazes de voar satisfatoriamente tão logo eram soltas das gaiolas que as mantinham confinadas. Ainda que a pesquisa desenvolvida pioneiramente por Spalding tenha sido ignorada e esquecida por décadas, Spalding tem, de acordo com Thorpe (1979, p. 42-43), “[...] méritos suficientes para ser outro dos ‘fundadores da etologia’, pois dele surgiu o fluxo de atividade que se desenrolou na Inglaterra ao longo dos seguintes setenta anos”. Spalding faz jus ao mérito conquistado por seu papel pioneiro no desenvolvimento de novos conceitos e na aplicação de diferentes metodologias nos seus estudos experimentais por meio dos quais pôde comprovar que o comportamento dos animais podia ser estudado, segundo Gray (1962, p. 177), “[...] por meio do isolamento e do controle das condições antecedentes de suas vidas. Os conceitos de maturação comportamental e períodos críticos comportamentais foram inventados por ele... [...]”. Além disso, Spalding, de uma maneira inovadora, mas que poucos dos seus sucessores apreciaram, reconheceu a importância e a interação entre o comportamento aprendido e o instintivo, sendo o primeiro pesquisador a estudar o fenômeno conhecido como *imprinting*. O seu pioneirismo e sua capacidade inventiva ao desenvolver a metodologia utilizada em suas experiências somente refletem o enorme potencial de Spalding, pois, de acordo com Gray (1962, p. 177):

[...] começou o estudo de reações anti-predador; experimentou tanto liberadores visuais e auditivos...estabeleceu a lógica de comparar o comportamento de espécies nascidas em diferentes estágios de desenvolvimento; e descobriu, alguns anos antes de Ebbinghaus³⁹, a rapidez com que os aprendizados não praticados desaparecem do comportamento do organismo...foi o primeiro homem a usar a palavra comportamento no seu sentido psicológico atual...sistematizou o método experimental no estudo do comportamento, e mostrando como o comportamento poderia ser controlado e manipulado ele começou uma ciência experimental que foi levada adiante por...inumeráveis

³⁹ Hermann Ebbinghaus (1850-1909) é considerado um dos primeiros psicólogos experimentais alemães cujos trabalhos tinham relação com inteligência e memória.

pesquisadores posteriores que há muito tempo esqueceram, ou nunca souberam, como sua ciência foi iniciada.

O *imprinting* ao qual Spalding estudou em primeira mão é o resultado da exposição relativamente breve de um jovem animal a um tipo particular de objeto, quando, no início da vida, segundo Bateson (2000, p. 85), “[...] muitos pássaros e mamíferos formarão fortes e exclusivos apegos a esse objeto. [...] Este, em particular, é conhecido como "impressão filial", uma vez que o objeto ao qual o animal jovem se torna ligado é tratado como se fosse um pai”. Apesar de ter sido popularizado por Lorenz, o *imprinting* foi observado e reportado por Spalding em um artigo publicado em 1873 na qual ele utilizou o termo *stamping in* para denominar esse comportamento, enquanto que Heinroth em 1911 designou-o pelo termo alemão *Prägung* (BATESON, 2000). Ao que tudo indica, historicamente parece que Heinroth nunca reconheceu, de acordo com Thorpe (1979, p. 75), “[...] especificamente a influência de [...] Spalding, ainda que seja seguro que ele conhecia o seu trabalho”. Spalding estava familiarizado com o fato de que um pintinho com poucos dias de vida e que ainda não tivesse estabelecido uma ligação filial com um pai ou uma mãe substituto, seguirá, de acordo com Gray (1967, p. 172), “[...] objetos em movimento em seu campo de visão, mas estava errado em sua hipótese de que todos os objetos em movimento seriam igualmente bem seguidos”. O que Spalding pôde observar foi que os jovens pintinhos, tão logo fossem capazes de andar, seguiam objetos em movimento, e que, quando guiados apenas pela visão, pareciam, como afirma Spalding (1873, p. 6):

[...] não ter mais disposição para seguir uma galinha do que seguir um pato ou um ser humano. Os espectadores irrefletidos, quando viram galinhas de um dia correndo atrás de mim, e os mais velhos me seguindo milhas e respondendo ao meu apito, imaginavam que eu deveria ter algum poder oculto sobre as criaturas, enquanto eu simplesmente permitia que elas me seguissem primeiro. Há o instinto a seguir [...].

Algumas das características do comportamento do *imprinting*, observado e estudado por Spalding, Heinroth e Lorenz, são devidas ao fato de que esse animal ingênuo procura e responde de forma seletiva a estímulos particulares; e isso ocorre porque, de acordo com Bateson (2000, p. 85):

Antes de o *imprinting* ter lugar, o jovem pássaro tem claras preferências sobre o tipo de estímulos que irá aprender

posteriormente. Possui também um repertório de atividades motoras que facilitam o processo de aprendizagem⁴⁰ e mantêm a proximidade do objeto de seu apego. A aprendizagem ocorre em um momento biologicamente apropriado no ciclo de vida e poucos duvidariam que todo o processo tenha sido adaptado durante a evolução para a função de reconhecimento de parentesco que acontece em condições naturais.

Além de lançar as bases para o início dos estudos do comportamento animal a partir do comportamento instintivo como os que foram realizados por Spalding, o interesse pessoal de Darwin pelo comportamento fez com que lançasse outros livros ao longo dos anos, como *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*⁴¹ (1871) onde expõe suas explicações sobre a origem evolutiva do ser humano, a seleção sexual e a hereditariedade, e *The Expression of the Emotions* no qual Darwin apresenta por meio do estudo comparativo das expressões emocionais do ser humano e dos animais a ideia da natureza evolutiva do comportamento, o que, segundo Yamamoto (2005, p. 291), “[...] abriu as portas para o estudo do ser humano e da sua psicologia do ponto de vista evolutivo”. É em *The Descent of Man* que a psicologia entra em cena nos trabalhos de Darwin, de acordo com Portugal (2005, p. 111), “[...] a partir de sua tentativa de saber como o homem descende de alguma forma preexistente”, pois o livro é um tratado especial onde Darwin admite formalmente pela primeira vez que o ser humano, assim como as outras espécies de seres vivos, também era um dos frutos da evolução biológica e estava sujeito à ação dos mesmos mecanismos evolutivos, como a seleção natural. A viabilidade de *The Descent of Man* começou por volta de 1837 ou 1838 quando Darwin já estava convencido de que as espécies não eram imutáveis e que não havia mais como negar que o ser humano também deveria estar sob essa mesma ideia. Em sua autobiografia, Darwin afirma que começou a escrever notas sobre o assunto em um primeiro momento para a sua própria satisfação e sem a intenção de publicá-las algum dia, mas que após a constatação de que vários naturalistas aceitavam as teorias que proporia em *On the Origin of Species*, se sentiu encorajado a ponto de juntar todas as anotações que escrevera ao longo de todos esses anos e publica o livro em 1871.

Darwin desenvolveu nesse livro uma linha de raciocínio segundo a qual em uma espécie social como a dos seres humanos não apenas o indivíduo deve ser considerado por meio da introdução do conceito de população, fator que permite que todo o grupo

⁴⁰ O envolvimento da aprendizagem em momentos críticos na modelagem de um comportamento como o caso do *imprinting*, segundo Yamamoto (2005, p. 296), “[...] não significa que esse comportamento não tenha uma base genética”.

⁴¹ Deste ponto em diante será descrito como *The Descent of Man*.

social possa se tornar alvo da seleção natural, já que a sobrevivência e a prosperidade desse grupo dependem em grande parte da cooperação entre os seus membros através do comportamento altruístico que, ao promover, segundo Mayr (2000, p. 83), “[...] a sobrevivência e a prosperidade do grupo, também beneficia indiretamente a adequação dos indivíduos do grupo. O resultado equivale à seleção favorecendo o comportamento altruísta”. No ano seguinte Darwin lança *The Expression of the Emotions*, livro considerado o marco inicial do estudo do comportamento e a principal contribuição de Darwin para a Psicologia. A origem dessa obra está ligada às ideias do médico anatomista e fisiologista escocês Charles Bell (1774-1842) expressadas no livro *Essays on the anatomy and philosophy of the expression* (1824) e rechaçadas por Darwin no qual Bell manifesta a sua crença na superioridade do rosto humano na expressão das emoções. Outro detalhe que chama a atenção nesse livro é o fato inusitado de que Bell, apesar de ser um renomado anatomista, defende em vários trechos do livro a ideia de que o ser humano é detentor de músculos peculiares e puramente instrumentais somente para a expressão emocional, como afirma Bell (1824, p. 68) no trecho:

Mas além dos músculos análogos aos dos brutos, há uma intertextura de músculos no semblante humano, que evidencia uma disposição de expressão bastante independente do destino original dos músculos comuns ao homem e aos animais. Há músculos não apenas peculiares ao semblante humano, mas que agem onde é impossível conceber qualquer outro objeto para seu esforço do que expressar sentimentos e sentimentos.

Além disso, Bell também considera que somente os seres humanos são capacitados a expressar as emoções por considerar que esses músculos “puramente instrumentais” para a expressão emocional, de acordo com Bell (1824, p. 68) “[...] indicam emoções e simpatias, das quais os animais inferiores não são suscetíveis; e como são peculiares à face humana, podem ser considerados como o índice de energia mental em oposição à mera expressão animal”. Paralelamente a esta afirmação, há muitas outras colocações feitas ao longo do livro que somente refletiam o quanto Bell, considerado um líder no estudo das expressões no início do século XIX, creditava a Deus a superioridade do rosto humano em expressar plenamente todas as suas emoções por ser dotado de músculos especiais destinados somente para a realização dessa função. Darwin, que cultivava um interesse prévio pelo assunto, afirma que ao ler o livro de Bell em 1840, discordou de imediato de todas essas afirmações uma vez que

elas se opunham à crença de que o ser humano, assim como os demais seres vivos, descende de outra forma ancestral anterior, como Darwin teoriza em *On the Origin of Species*, lançado quase duas décadas mais tarde.

Esta discordância quanto às ideias de Bell fez com que Darwin começasse a fazer anotações com todas as suas observações sobre as expressões emocionais e a reunir evidências a partir de diferentes tipos de fontes com a finalidade de fundamentar suas explicações sobre a natureza evolutiva do comportamento via estudo das expressões emocionais dos seres humanos e dos animais por meio das suas funcionalidades enquanto sinais sociais adaptativos que direcionam os comportamentos. Em sua autobiografia, Darwin relata que inicialmente pretendia tratar das expressões apenas como um capítulo a mais em *The Descent of Man*, mas que após juntar todas as anotações e evidências acumuladas sobre o tema, constatou que seria necessário escrever um livro em separado. Darwin também relata que as suas primeiras notas sobre as expressões emocionais começaram a ser escritas em 1838, e que quando seu primogênito nasceu em dezembro de 1839, começou imediatamente a fazer anotações, como afirma Darwin (1958, p. 131), “[...] no primeiro alvorecer das várias expressões que ele exibia, pois me senti convencido, mesmo nesse período inicial, de que os tons mais complexos e sutis de todas as expressões devem ter tido uma origem gradual e natural”. Ao observar de perto o desenvolvimento do seu filho, Darwin se deu conta, de acordo com Burghardt (2009, p. 106), do “Aprendizado e realizações cognitivas bastante notáveis e a consciência de que o comportamento teve uma ontogênese não foram descartadas”. Foi a partir desse material que Darwin desenvolveu o artigo *Biographical Sketch of an Infant*, que veio a ser publicado no periódico *Mind* somente em julho de 1877 e no qual Darwin revelou mais uma vez o seu pioneirismo ao estudar o desenvolvimento humano por meio das observações do comportamento dos seus filhos quando eram pequenos, especialmente do seu filho mais velho, em uma época na qual as capacidades dos bebês eram simplesmente negligenciadas ou subestimadas. Essas observações constituíram, segundo Burghardt (2009, p. 106), “[...] uma das primeiras biografias infantis e influenciaram o campo nascente da psicologia do desenvolvimento, bem como muitos de seus praticantes [...]”.

A originalidade de *The Expression of the Emotions* reside no fato de Darwin apontar para a natureza evolutiva do comportamento ao chamar a atenção para a ideia de que o comportamento de cada espécie era, na realidade, uma evidência tão confiável e conservada quanto os órgãos, os músculos, a forma dos ossos, bicos, dentes e outras

estruturas corporais, a ponto de permitir que os seres vivos fossem taxonomicamente relacionados por meio de suas características comportamentais, concepção que possibilitou a Darwin defender a teoria de que o comportamento característico dos seres vivos tinham, assim como as suas características corporais, funções adaptativas e podiam, portanto, ser explicado em termos evolutivos. Além deste protagonismo no estudo evolutivo do comportamento, Darwin também é considerado o primeiro indivíduo a encarar seriamente o estudo das emoções em *The Expression of the Emotions*, ao perceber por meio de observações minuciosas que animais como os mamíferos sentem, em maior ou menor grau, de acordo com Bekoff (2010, p. 53), “[...] ansiedade, tristeza, desânimo, desespero, alegria, amor, “sentimentos ternos”, devoção, mau humor, enfado, determinação, ódio, desdém, desprezo, aversão, culpa, orgulho, desamparo, paciência, surpresa, assombro, medo, horror, vergonha, timidez e modéstia”.

Descobertas recentes reforçam a teoria de Darwin sobre a existência de emoções nos animais, pois imagens cerebrais humanas, segundo Panksepp (2010, p. 537), “[...] de experiências emocionais intensas (raiva, medo, tristeza e alegria) ‘acendem’ regiões cerebrais subcorticais, homólogas em todos os mamíferos”. E, mais do que isto, os estudos interespecíficos da neurociência confirmaram que os processos emocionais primários são anatomicamente, neuroquimicamente e funcionalmente homólogos em todos os mamíferos (PANKSEPP, 2010).

4 - A ORIGEM DIVINA DAS EXPRESSÕES VERSUS AS TEORIAS DAS EMOÇÕES DE DARWIN

As explicações de Bell sobre a natureza das expressões emocionais diferiam das de Darwin essencialmente porque Bell era criacionista e, desta forma, manifestava por meio da sua obra a crença em uma intencionalidade criativa de ordem divina por trás de tudo o que existia, inclusive os seres vivos, e de que o ser humano era o fruto de uma criação especial à parte. É por conta dessas crenças que Bell defendeu a ideia de que havia no ser humano músculos peculiares e puramente instrumentais para a expressão das emoções, como, por exemplo, quando Bell (1824, p. 70) afirma que “[...] *triangularis oris*, ou *depressor angulis oris*, um músculo que não encontrei em nenhum outro animal; e que eu acredito ser peculiar ao rosto humano, e para o qual eu não fui capaz de atribuir nenhum outro uso além de que pertence a um órgão de expressão”.

Este tipo de argumentação somente significava que Bell, como afirma Darwin (1872, p. 10), “[...] evidentemente queria traçar uma distinção tão ampla quanto possível entre o homem e os animais inferiores [...]”. Em contrapartida, as explicações de Darwin propunham que as expressões emocionais humanas, de acordo com Albohn e Adams Jr (2016, p. 163), “[...] haviam evoluído e são, ou foram (pelo menos em algum momento no passado) adaptáveis à nossa sobrevivência”, considerando que não seria possível entender a expressão emocional humana sem entender que os mesmos princípios que explicavam certas expressões emocionais humanas em decorrência de uma emoção particular também podiam ser aplicadas às expressões emocionais dos animais. Há inclusive várias pesquisas atuais indicando que muitos animais têm vidas emocionais ricas e profundas e são emocionalmente sensíveis, o que significa para Bekoff (2006, p. 75) que “Não é uma questão de saber se as emoções evoluíram, mas por que elas evoluíram em uma grande variedade de espécies. Os animais sempre terão segredos, mas suas experiências emocionais são transparentes”.

Como explicações para a existência das emoções e expressões em comum entre os seres humanos e os animais, Darwin apresenta duas teorias, a da descendência com modificações a partir de um ancestral comum, proposta por ele, e a da herança de caracteres adquiridos, proposta por Lamarck. A teoria da descendência com modificações a partir de um ancestral comum explicaria as expressões emocionais como o arrepio do cabelo em situações de extremo terror ou a descoberta dos dentes sob a

ação da raiva nos seres humanos, expressões que dificilmente poderiam ser entendidas, como afirma Darwin (1872, p. 12), “[...] exceto na crença de que o homem existiu em uma condição muito inferior e semelhante a animal”. Já para as ações comuns aos seres humanos e aos animais como os atos de espirrar e tossir, Darwin emprega a teoria lamarckiana ao afirmar que houve tempo suficiente para que essas ações, que originalmente deveriam ser voluntárias e utilizadas para expulsar ou eliminar partículas indesejadas das vias respiratórias, de acordo com Darwin (1872, p. 40), “[...] tenham se tornados inatos ou convertidos em ações reflexas, pois são comuns à maioria ou a todos os quadrúpedes superiores e, portanto, devem ter sido adquiridos primeiro em um período muito remoto”. Darwin considerava que essas duas teorias explicavam satisfatoriamente, como afirma Darwin (1859, p. 333), “[...] os principais fatos a respeito das afinidades mútuas das formas de vida extintas entre si e às formas vivas [...]”, afinidades essas que, para Darwin, seriam totalmente inexplicáveis sob qualquer outro ponto de vista.

Ao longo do livro, Darwin apresenta a partir de seis fontes distintas evidências para reforçar a teoria da natureza evolutiva do comportamento. Como primeira fonte, Darwin utiliza as observações das expressões emocionais de crianças pequenas, já que para Darwin elas exibiam fortemente e com naturalidade muitas emoções. Em segundo lugar, Darwin considerou as expressões dos indivíduos insanos, uma vez que estes eram, segundo Darwin (1872, p. 13), “[...] sujeitos às mais fortes paixões e dão vazão descontrolada a elas”. A terceira fonte foi uma série de fotos de expressões obtidas por meio da estimulação galvânica dos músculos faciais de um homem pelo neurologista francês Guillaume-Benjamin-Amand Duchenne (1806-1875) publicadas com suas teorias em *Mecanisme de la physionomie Humaine* (1862). Duchenne galvanizou determinados músculos da face de idoso cuja pele flácida era pouco sensível e pôde assim produzir as expressões fotografadas, pois para ele as “leis” que governavam as expressões humanas podiam ser investigadas, de acordo com Duchenne (1862, p. V-VI prefácio), “[...] pelo estudo da ação muscular. Este é um problema cuja solução venho buscando há muitos anos, com a ajuda de correntes elétricas, a contração dos músculos do rosto, para fazê-los falar a linguagem das paixões e sentimentos” (Figura 3).

Figura 3 – Prancha com algumas das fotografias do livro *Mecanisme de la physionomie Humaine*

A quarta fonte foram as expressões faciais em pinturas e esculturas a partir das quais Darwin (1872, p. 14-15) “[...] esperava obter muita ajuda dos grandes mestres [...], que são observadores atentos de expressões”. A quinta fonte de evidências de Darwin e, provavelmente a mais interessante de todas, foram as expressões emocionais de povos de outras culturas, pois era importante para Darwin (1872, p. 15) saber “[...] se as mesmas expressões e gestos prevalecem, como tem sido frequentemente afirmado sem muita evidência, com todas as raças da humanidade, especialmente com aqueles que se associaram pouco com os europeus”, já que para Darwin as expressões eram resultado do processo evolutivo e, por isso, deviam ser encontradas em povos do mundo todo, até mesmo nos que mantinham pouco contato com os europeus; tais expressões seriam, de acordo com Darwin (1872, p. 16), “[...] obviamente, os mais valiosos, embora aqueles feitos em qualquer nativo fossem de grande interesse para mim”.

Como não era possível obter essas informações pessoalmente devido às dificuldades inerentes a esse tipo de pesquisa, Darwin realizou o primeiro estudo

transcultural das expressões emocionais humanas a partir das informações obtidas por meio de uma ampla rede de colaboradores ao redor do mundo com os quais se correspondia, dentre eles missionários e protetores de aborígenes. Para obter as informações que o interessavam, Darwin enviou um questionário com dezessete questões⁴² no qual pedia aos seus colaboradores que analisassem as expressões faciais dos indivíduos e respondessem as perguntas, de acordo com Darwin (1872, p. 15), como: “O espanto é expresso pelos olhos e pela boca abertos e pelas sobrancelhas levantadas?” A obtenção desse tipo de informação era de suma importância, pois, como Darwin (1872, p. 16) afirma, uma “[...] descrição definida do semblante sob qualquer emoção ou estado de espírito, com uma declaração das circunstâncias sob as quais ocorreu, teria muito valor”. Após examinar as respostas enviadas pelos colaboradores, Darwin constatou que muitas das nossas expressões emocionais são inatas e exibidas praticamente pelos homens e mulheres das mais variadas culturas de todo o mundo. E isto foi importante por oferecer um novo argumento a favor da teoria da descendência com modificações a partir de um ancestral comum proposta por Darwin, pois como afirma Darwin (1872, p. 361), “[...] as várias raças são descendentes de um único progenitor, que deve ter sido quase completamente humano em sua estrutura, e em grande medida em mente, antes do período em que as raças divergiram uma da outra”.

Como sexta fonte de evidências, Darwin observou as expressões emocionais de diferentes espécies de animais, domésticos e não domésticos como cães, gatos, cavalos, macacos, pássaros, dentre outros, diretamente ou por meio de gravuras ou fotografias fornecidas por colaboradores. Para Darwin esta fonte era de fundamental importância para a obtenção de uma base mais segura para a generalização, de acordo com Darwin (1872, p. 17), “[...] das causas, ou origem, dos vários movimentos da expressão. Ao observar os animais, não somos tão propensos a sermos influenciados pela nossa imaginação; e podemos nos sentir seguros de que suas expressões não são convencionais”. Além dessas seis fontes, Darwin também incluiu no livro como mais uma evidência a favor da sua argumentação as expressões emocionais de pessoas portadoras de necessidades especiais como a norte-americana Laura Dewey Lynn Bridgman (1829-1889) que, devido à sua cegueira e surdez, não poderia ter adquirido nenhuma expressão por meio da imitação da expressão das outras pessoas. Para

⁴² Darwin divulgou em 1867 um folheto impresso intitulado *Queries about expression* que continha 17 questões com o intuito de estudar as expressões e gestos nas diferentes culturas humanas. As respostas às perguntas foram usadas na escrita de *Expression*, com exceção das respostas à pergunta 16 do folheto, que era “Como um sinal para ficar calado, um sussurro suave é pronunciado?”.

respaldar a teoria de que o ato de levantar as sobrancelhas na expressão de surpresa era um impulso inato, Darwin (1872, p. 280-281) afirma que isso “[...] pode ser inferido pelo fato de que Laura Bridgman invariavelmente age assim quando atônita, como me foi assegurado pela senhora que ultimamente se encarregou dela”. Pesquisas contemporâneas de expressão emocional baseadas neste tipo de evidência são realizadas por um dos maiores estudiosos das emoções e expressões faciais, o psicólogo norte-americano Paul Ekman⁴³ (1934-), que começou a desenvolver suas pesquisas no final dos anos 1950 com foco nos movimentos e gestos das mãos.

Após um meticuloso exame das evidências obtidas, Darwin estabeleceu os três princípios gerais da expressão: I - *O princípio dos hábitos associados úteis*; II - *O princípio da antítese* e III - *O princípio das ações devidas à constituição do sistema nervoso, totalmente independentes da vontade e, num certo grau, do hábito*. A ideia de aplicar esses três princípios gerais para Darwin (1872, p. 27) “[...] parecem dar conta da maioria das expressões e gestos involuntariamente usados pelo homem e pelos animais inferiores, sob a influência de várias emoções e sensações”. Estas ideias de Darwin sobre as expressões das emoções foram posteriormente desenvolvidas, como afirma Burghardt, (2009, p. 104), “[...] por pesquisadores em aprendizado animal, etologia e psicologia fisiológica, bem como em emoções humanas”.

⁴³ Ekman foi nomeado uma das 100 pessoas mais influentes do mundo pela revista TIME em 2009 e décimo quinto entre os psicólogos mais influentes do século XXI. Ele é o especialista mundial em detecção de fraudes, codescobridor das microexpressões e a inspiração por trás da série televisiva de sucesso *Lie to Me*. Tudo começou quando Ekman recebeu em 1965 uma bolsa para fazer uma pesquisa sobre os aspectos transculturais do comportamento não verbal, o que o levou a realizar um dos estudos mais famosos sobre a expressão facial e as emoções humanas. Em 1967 e 1968, Ekman viajou para a Papua Nova Guiné a fim de estudar o comportamento não verbal do povo *Fore*, que veio a ser escolhido porque os indivíduos pertencentes a esse povo viviam isolados na província das Terras Altas Orientais em uma cultura equivalente a da Idade da Pedra. Esta pesquisa feita por Ekman forneceu a evidência mais robusta até os dias de hoje de que as expressões faciais das emoções humanas são inatas e universais, o que apoiou as alegações feitas por Darwin. As descobertas de Ekman inspiraram o desenvolvimento do *Facial Action Coding System* (FACS), que foi a primeira ferramenta abrangente para medir objetivamente o movimento facial humano (PAUL EKMAN GROUP, 2018).

5 - O INÍCIO DOS ESTUDOS DO COMPORTAMENTO ANIMAL E DO SISTEMA NERVOSO NO FINAL DO SÉCULO XIX

Um aspecto menos conhecido sobre a vida de Darwin é o interesse especial que ele nutria pelo sistema nervoso e sobre a relação deste sistema com o comportamento por meio do seu contato com os relatos dos problemas neurológicos mais comuns da medicina obtidos através do seu pai, que era médico. Esse interesse de Darwin foi, segundo Swisher (1967, p. 24), “[...] o primeiro assunto estudado por Darwin do ponto de vista da evolução imediatamente depois de sua teoria ter sido formulada, embora ele não tenha publicado nenhum trabalho especial da mente até cerca de quarenta anos depois”. Além dos animais selvagens, os animais domesticados também forneceram tópicos para seus estudos sobre a ontogenia do comportamento, como a observação de Darwin de que se gatos brancos têm olhos azuis, eles são quase sempre surdos. Darwin chegou à conclusão de que uma falha do mecanismo de desenvolvimento nesses gatos era a maior responsável por esse aparato sensorial defeituoso, pois como Darwin (1868, p. 329) afirma:

Não há nada incomum na relação entre olhos azuis e pêlo branco; e já vimos que os órgãos da visão e da audição são frequentemente afetados simultaneamente. No presente caso, a causa provavelmente está em uma ligeira parada do desenvolvimento do sistema nervoso em conexão com os órgãos dos sentidos. Gatinhos durante os primeiros nove dias, enquanto seus olhos estão fechados, parecem completamente surdos [...].

E é em *The Expression of the Emotions* que Darwin manifesta essa análise do comportamento em termos de mecânica do desenvolvimento do sistema nervoso, como quando afirma com relação ao primeiro princípio geral da expressão, *O princípio dos hábitos associados úteis*, que exemplifica para Darwin (1872, p. 29), “[...] quão poderosa é a força do hábito. Os movimentos mais complexos e difíceis podem, com o tempo, ser realizados sem o menor esforço ou consciência”. Darwin acreditava que esse princípio podia ser aplicado tanto aos nervos ligados ao movimento e às sensações, assim como a aqueles nervos que estão relacionados ao ato de pensar. Apesar de admitir não saber como explicar porque o hábito era tão eficiente na facilitação desses movimentos, sensações e pensamentos, Darwin acreditava que isso acontecia por causa de algumas mudanças físicas produzidas nas células nervosas ou nos nervos que são

frequentemente usados na execução de todos esses atos habituais, pois segundo Darwin (1872, p. 29), “[...] de outro modo é impossível entender como a tendência para certos movimentos adquiridos é herdada”.

Quanto ao segundo princípio, *O princípio da antítese*, Darwin afirma que certos estados da mente levam a certas ações habituais, como sob o primeiro princípio, mas que quando um estado de mente diretamente oposto é induzido, há, de acordo com Darwin (1872, p. 28), “[...] uma tendência forte e involuntária para a realização de movimentos de natureza diretamente oposta, embora estes sejam inúteis; e tais movimentos são, em alguns casos, altamente expressivos”. Como exemplo do segundo princípio, Darwin usa as alterações corporais e comportamentais de um cão que, ao perceber um homem estranho se aproximando, começa a andar com o corpo ereto e rígido, a cabeça ligeiramente levantada, a cauda ereta e rígida, os pelos eriçados ao longo do pescoço e das costas, as orelhas pontudas voltadas para frente e um olhar fixo, hostil (Figura 4).

Figura 4 - Cão se aproxima de outro cão com intenções hostis. Pelo Sr. Riviere. Fonte: *Darwin Online*, p. 52.

Mas assim que o cão percebe que é o seu tutor quem está se aproximando, instantaneamente o cão passa a reagir com uma inversão dos movimentos diretamente oposta, como Darwin descreve (1872, p. 51), pois “[...] o corpo afunda ou até mesmo se agacha [...] seu rabo [...] é abaixado e abanado de um lado para o outro; seu pelo fica instantaneamente liso; suas orelhas estão deprimidas e puxadas para trás, mas não perto da cabeça; e seus lábios estão soltos”. Darwin aponta como a principal causa dessa inversão das alterações corporais do cão um excesso de geração de força nervosa que precisa ser extravasada, como afirma Darwin (1872, p. 51), porque “[...] o animal está nessas ocasiões em uma condição excitada de alegria; e a força nervosa será gerada em

excesso, o que naturalmente leva à ação de algum tipo”, neste caso as alterações comportamentais relacionadas com o estado de alegria do cão (Figura 5).

Figura 5 – O mesmo cão em um estado de espírito humilde e afetivo. Pelo Sr. Riviere. Fonte: *Darwin Online*, p. 53.

Quanto ao terceiro princípio, *O princípio das ações devidas à constituição do sistema nervoso, totalmente independentes da vontade e, num certo grau, do hábito*, Darwin estabelece que certas ações involuntárias estão diretamente relacionadas à ação do sistema nervoso, pois Darwin (1872, p. 66) afirma que “[...] certas ações, que reconhecemos como expressivas de certos estados da mente, são o resultado direto da constituição do sistema nervoso, e foram desde o princípio independente da vontade, e em grande parte do hábito”. Darwin cita como exemplo o fato do sistema digestório ser afetado pela ação do sistema nervoso por causa de emoções fortes e independentemente da vontade ou de qualquer hábito. Para Darwin a experiência mostra que a força nervosa é, segundo Darwin (1872, p. 349), “[...] gerada e libertada sempre que o sistema cérebro-espinhal é excitado. A direção que esta força nervosa segue é necessariamente determinada pelas linhas de conexão entre as células nervosas, entre si e com várias partes do corpo”. Esta afirmação de Darwin surpreendentemente antecipa, de certa forma, as ideias de transmissão dos impulsos nervosos, circuitos e de redes neurais da neurociência, que fica ainda mais evidente quando Darwin afirma que a direção dessa força nervosa também é, de acordo com Darwin (1872, p. 349), “[...] muito influenciada pelo hábito; na medida em que a força nervosa passa rapidamente pelos canais habituais”.

Além disso, Darwin credita ao sistema nervoso as ações frenéticas e sem sentido de um homem enfurecido ao atribuí-las, como afirma Darwin (1872, p. 349), “[...] em parte ao fluxo indireto da força nervosa e, em parte, aos efeitos do hábito, pois essas ações freqüentemente representam vagamente o ato de atacar”. É interessante notar a

inclusão do papel da ação do sistema nervoso como parte das explicações que Darwin fornece ao tratar dos três princípios gerais da expressão, pois como foi tratado anteriormente, Darwin não publicou nenhum trabalho especial sobre a mente até a publicação de *The Expression of the Emotions*; em termos comparativos, Darwin faz apenas nove referências ao sistema nervoso em *On the Origin of Species* e que se limitavam basicamente às descrições anatômicas, enquanto que em *The Expression of the Emotions* há no total 140 referências por meio das quais Darwin explica a participação do sistema nervoso nos movimentos e nas manifestações das expressões emocionais. Esta significativa diferença quanto ao número de referências encontradas em cada uma das obras parece indicar que, além da disposição de Darwin de manifestar o conhecimento sobre a relação do sistema nervoso com o comportamento, que no período compreendido entre a publicação dessas duas obras o comportamento passou a ser relacionado com o funcionamento do sistema nervoso de forma mais acintosa indicando também o quão forte ficou o programa de pesquisa direcionado aos estudos sobre o sistema nervoso nesse intervalo de tempo.

Isso fica ainda mais evidente quando se considera que o processo de formação de um novo quadro conceitual paradigmático que compreendeu as estruturas teóricas, incluindo pressupostos, princípios ou regras originados a partir da divulgação das teorias propostas por Darwin em *On the Origin of Species* estava em pleno desenvolvimento no período citado. Como Descartes, considerado um inspirador mais remoto na história do estudo do comportamento animal por ter proposto a teoria do *undulatio reflexa*, as teorias evolutivas propostas por Darwin fazem com que este seja considerado um inspirador mais recente, pois tanto Descartes como Darwin foram responsáveis pela elaboração das teorias que estabeleceram, segundo Cunha (2013, p. 91), “[...] um grande quadro conceitual dentro do qual determinado estudo ganha sentido”. Dentro deste quadro conceitual o conceito-chave que deu início ao desenvolvimento das bases conceituais do estudo do comportamento animal foi o do instinto, analisado por Darwin no capítulo VII – *Instinct* de *On the Origin of Species* sob uma perspectiva evolutiva e considerado como um critério filogenético na história evolutiva dos seres vivos pelos precursores da etologia para se estudar objetivamente o comportamento, o que elevou o conceito de instinto a um patamar inédito e que influenciou a construção das bases teóricas e experimentais no estudo do comportamento animal culminando no estabelecimento da etologia como nova área da ciência no século XX.

E este processo histórico provavelmente se deve em grande parte a abordagem singular de Darwin sobre temas de diferentes campos de estudo como alguém que estava sempre procurando provar, de acordo com Ades (2012, p. 180), “[...] a validade de um esquema geral de pensamento, pondo, por assim dizer, os dados a favor da argumentação e testando limites da própria certeza frente à descrença de um interlocutor possível”. Muito mais do que o legado das suas interpretações, teorias e hipóteses sobre os fenômenos naturais do mundo, Darwin também foi além ao nos fornecer ‘dicas’, segundo Ades (2012, p. 180), “[...] de como levar adiante a aplicação do modelo com, evidentemente, a chance de reformulações e até desmentidos”. Um exemplo de reformulação das teorias propostas por Darwin foi a teoria sintética da evolução que tem como conceitos principais a variabilidade genética e a seleção natural e que foi construída a partir das teorias darwinianas tradicionais combinadas aos conhecimentos da genética no século XX e que fundamentaram as explicações para as lacunas do sistema explicativo das teorias darwinianas que não esclareciam quais eram os mecanismos responsáveis pelas duas grandes novidades da teoria darwiniana, como afirmam Arcanjo e Silva (2017, p. 708):

(1) a identificação da variação presente nas populações naturais a partir de uma perspectiva materialista, assim a variação individual deixou de ser vista como uma imperfeição em relação a um tipo ideal e passou a ser entendida como a realidade do mundo natural, e (2) a concepção de formação de novas espécies como um processo de transformação dessa variação individual (intrapopulacional) em variação entre grupos (interpopulacional). Era, portanto, pressuposto da teoria que houvesse um estoque virtualmente infinito de variação herdável nas populações naturais para que o processo evolutivo descrito pudesse gerar tão grande variedade de espécies.

Darwin reconhecia o ‘peso’ destas duas questões nas suas teorias, no entanto não chega a propor uma hipótese ou mesmo uma teoria própria para explicá-las quando *On The Origin of Species* foi publicado pela primeira vez, quando empregou teorias populares nos séculos XVIII e XIX, a do ‘uso e desuso’ e a da ‘herança de caracteres adquiridos’ (ou ‘hereditariedade tênue’⁴⁴), pois havia uma crença quase universalmente aceita até o final do século XIX e, inclusive, por biólogos no século XX, de que eram, segundo Mayr (1998, p. 766), “[...] o meio ambiente ou o “uso versus desuso” (ou

⁴⁴ O conceito básico subjacente nessa ideia de “hereditariedade tênue” (não genética) é de que o material genético em si mesmo, segundo Mayr (1998, p. 766), “[...] é plasmável, ou “flexível”. Para essa teoria, não importa se o material genético muda depressa ou devagar, nem se ele muda diretamente ou via “caracteres adquiridos”; o que importa é que ele não é constante, não é imutável, não é “rígido”.

ambos) que afetavam as qualidades hereditárias dos caracteres [...]”. Darwin considerava como evidência a favor da teoria da “hereditariedade tênue” as modificações das características dos animais domesticados que levaram Darwin (1859, p. 134) a afirmar que “[...] Poucas dúvidas podem subsistir de que o uso, nos nossos animais domésticos, fortalece e aumenta certas partes, e que o desuso as diminui; e que tais modificações são herdadas”.

Esta opção de Darwin pela adoção dessas teorias como explicações tanto para a variabilidade genética quanto para a formação de novas espécies por meio de um processo de transformação da variação individual e da variação entre grupos se torna totalmente compreensível ao se considerar invariavelmente que as empreitadas científicas enquanto atividades humanas estão sujeitas, como afirmam Arcanjo e Silva (2017, p. 716), “[...] ao conhecimento e às técnicas disponíveis em seu tempo e que, portanto, se mostra incapaz de produzir certezas atemporais”. Atualmente ainda paira certa dúvida quanto à questão de Darwin conhecer ou não as leis da hereditariedade descobertas por Mendel. Independentemente disto, Darwin reconhecia a hereditariedade como o mecanismo responsável pela herança das características dos seres vivos para as futuras gerações, pois segundo Darwin, nenhum criador, como Darwin afirma (2009, p. 37), “[...] duvida da forte tendência para a hereditariedade; todos têm a convicção fundamental de que um semelhante produz um semelhante”.

É somente quase uma década mais tarde que Darwin apresenta uma hipótese sobre a hereditariedade no último capítulo de outra obra, *The variation of animals and plants under domestication*, onde apresenta a pangênese, desenvolvida a partir da ideia de que organização corporal como um todo é capaz de reproduzir a si mesma, pois para Darwin (1868, p. 374), “É quase universalmente admitido que as células, ou as unidades do corpo, propagam-se por autodivisão ou proliferação, retendo a mesma natureza e, finalmente, convertendo-se nos vários tecidos e substâncias do corpo”. Ao seguir por esta linha de raciocínio, Darwin propõe uma hipótese sobre a origem das ‘unidades do corpo’, as gêmulas, como afirma no trecho (1868, p. 374):

[...] presumo que as células, antes de sua conversão em material completamente passivo ou "formado", liberam grânulos ou átomos minúsculos, que circulam livremente pelo sistema, e quando alimentados com multiplicação adequada pela autodivisão, subsequentemente tornando-se desenvolvido em células como aquelas de que foram derivados. Estes grânulos [...] podem ser chamados

células-gêmeas, ou, como a teoria celular não está totalmente estabelecida, simplesmente gêmulas.

Darwin ‘fugiu’ do consenso da sua época ao oferecer um mecanismo fisiológico de hereditariedade à sua hipótese, pois, como afirmam Arcanjo e Silva (2017, p. 717), “[...] a pangênese darwiniana era fundamentalmente uma teoria a respeito de herança e desenvolvimento”. E por conta deste espírito pioneiro, Darwin possibilitou o advento do que Mayr considera como a ‘revolução darwiniana’, pois sob o impacto das teorias e das hipóteses darwinianas ocorreu, segundo Mayr (1998, p. 90), “[...] uma mudança no clima intelectual, tornando possível o desenvolvimento da biologia evolutiva”. E foi dentro desta biologia que ocorreram mudanças quanto ao lugar ocupado por conceitos como o do meio ambiente no quadro da natureza que, mesmo sendo um elemento crucial no processo evolutivo, era até então relegado a um segundo plano pela história natural anterior à revolução darwiniana, pois como salienta Caponi (2006, p. 137), “O destaque que a perspectiva darwiniana dá às relações que os seres vivos guardam com o seu entorno, faz que a observação das condições nas que eles desenvolvem suas existências passe a ter uma importância antes desconhecida [...]”.

Este processo de mudanças e rupturas conceituais não ocorrera antes da ‘revolução darwiniana’ porque a ideia clássica de economia natural vigente até então tornava desnecessária a formulação da pergunta sobre como os diferentes seres vivos conseguiam, de acordo com Caponi (2006, p. 139), “[...] conservar ou conquistar seu lugar na natureza. Esse lugar se supunha de início garantido, sendo, portanto, algo de esperar o fato de que cada ser vivo estivesse devidamente dotado para ocupá-lo e exercê-lo”. Mas no contexto das teorias evolutivas os seres vivos já não possuíam na economia natural agora dinâmica e inconstante uma garantia de manutenção dos seus lugares na natureza, como previamente determinados em uma economia estática e estável. Com essa mudança já não era mais possível pressupor que a natureza estivesse sempre em um estado de equilíbrio estável que fosse capaz de garantir “[...] a perpetuação de todas as espécies por um jogo de complexas relações de mútua solidariedade, então, a questão de como os diferentes seres vivos se arranjam para sobreviver já não pode ser negligenciada [...]” (Caponi, 2006, p. 138).

Desta forma os seres vivos dentro dessa nova economia natural passam a ser ‘condenados’ a lutar constantemente pela sua sobrevivência em uma natureza dinâmica em que as condições podem mudar a qualquer momento. E é certamente nessa luta dos

seres vivos que se encontra a chave por trás do reconhecimento de Darwin quanto ao papel decisivo do comportamento no processo de evolução ao incluí-lo como uma categoria de análise a ser considerada nos estudos biológicos e também nos estudos psicológicos, uma vez que Darwin já manifestava no final de *On the Origin of Species* época o desejo de estender as teorias evolutivas ao estudo do comportamento e da psicologia humana, o que fica evidente quando Darwin (1859, p. 488) afirma que “No futuro distante, vejo campos abertos para pesquisas muito mais importantes. A psicologia basear-se-á numa nova base, a necessária aquisição de cada poder mental e capacidade por gradação. A luz será lançada sobre a origem do homem e sua história”. Esta afirmação de Darwin antecipa o estudo do comportamento em termos de desenvolvimento e sob a qual, segundo Ghiselin (1973, p. 967), “[...] grande parte da psicologia poderia ser reduzida à fisiologia. Algumas mudanças no comportamento são devidas a modificações herdadas na estrutura do sistema nervoso”. Exemplo dessa ideia é o caso dos gatos brancos com olhos azuis surdos ao qual Darwin se referiu em sua obra como sendo devido a uma falha do mecanismo de desenvolvimento do sistema nervoso em conexão com os órgãos dos sentidos.

Em concordância com a teoria subjacente à ‘árvore da vida’, Darwin procurou as conexões com alguma forma de vida preexistente no caso do ser humano nas variações da estrutura corporal e nas faculdades mentais em *The Descent of Man* onde afirma que é “[...] notório que o homem é construído no mesmo tipo ou modelo geral com outros mamíferos. Todos os ossos do seu esqueleto podem ser comparados com os ossos correspondentes de um macaco, morcego ou foca” (Darwin, 1871, p. 10), bem como várias outras estruturas (músculos, nervos, vasos sanguíneos) e órgãos internos. Mas de todas as estruturas corporais e órgãos dos seres humanos, Darwin considera que o cérebro, “[...] o mais importante de todos os órgãos, segue a mesma lei, tal como mostrado por Huxley e outros anatomistas” (Darwin, 1871, p. 10). Darwin também afirma que quem admitisse como certo o princípio da teoria da seleção sexual chegaria “[...] à conclusão notável de que o sistema nervoso não apenas regula a maioria das funções existentes no corpo, mas indiretamente influenciou o desenvolvimento progressivo de várias estruturas corporais e de certas qualidades mentais” (Darwin, 1871, p. 402).

Ainda que Darwin não tenha desenvolvido durante a sua vida, como afirma Portugal (2005, p. 112), “[...] uma teoria sofisticada da relação mente-corpo, ele concebe as faculdades mentais como produtos do funcionamento cerebral” ao

considerar tanto o papel regulatório como a influência do sistema nervoso no processo de desenvolvimento das estruturas corporais e das qualidades mentais no curso da evolução. E este entendimento de Darwin sobre o sistema nervoso como um fator a mais a ser considerado na determinação do processo evolutivo dos seres vivos se encontra respaldado por inúmeras evidências que foram obtidas a partir dos estudos biológicos do comportamento, segundo os quais o comportamento é modelado em função do processo de interação entre o organismo e o meio ambiente, o que depende, como Chiel e Beer (1997, p. 553) afirmam:

[...] das interações entre o Sistema Nervoso, o corpo e o ambiente: pré-processamento sensorial e pós-processamento motor, entradas e saídas do Sistema Nervoso; coevolução e codesenvolvimento do Sistema Nervoso e periferia criam correspondência e complementaridade entre eles; a estrutura do corpo cria restrições e oportunidades para o controle neural; e *feedback* contínuo entre o Sistema Nervoso, corpo e ambiente são essenciais para o comportamento normal.

Historicamente é a partir desse novo quadro conceitual que começa a se estabelecer a centralidade do sistema nervoso dos organismos, resultado direto do processo de convergência dos conhecimentos do sistema nervoso obtido a partir de uma ampla gama de estudos realizados por um corpo de pesquisadores oriundos de diferentes áreas, como foi visto anteriormente. O quanto da consolidação desse arcabouço de saberes sobre o sistema nervoso entre as décadas finais do século XIX e as iniciais do século XX influenciaram o desenvolvimento dos conceitos iniciais que pautaram o processo de interpretação dos fenômenos comportamentais das primeiras pesquisas realizadas pelos precursores do estudo do comportamento animal nesse período, dentre os quais se destacam as desenvolvidas pelo ornitólogo norte-americano Whitman, o ornitólogo alemão Oskar August Heinroth (1872-1945) e o biólogo estoniano Jakob von Uexküll (1864-1944), que foram os responsáveis por prover o estudo do comportamento animal de seus “primeiros fatos”, conforme visto anteriormente, será tratado nas próximas seções.

6 - OS 'PRECURSORES' DA ETOLOGIA

A etologia, ou o estudo comparado do comportamento, é baseada no fato de que existem mecanismos comportamentais que evoluem filogeneticamente exatamente como os órgãos, e assim, o conceito de homologia pode ser aplicado a eles da mesma forma que as estruturas morfológicas. Como todo comportamento é baseado na função de estruturas que evoluíram filogeneticamente, a declaração deste fato é (ou deveria ser) redundante. No entanto, foi deixada para dois zoólogos descobrirem. Eles o fizeram enquanto procuravam por características que pudessem ser usadas na sistemática detalhada do grupo que investigavam.

Konrad Zacharias Lorenz

Os precursores da Etologia foram de certa forma inspirados pelos estudos experimentais sobre o comportamento instintivo dos animais realizados por Spalding que, de acordo com Eibl-Eibesfeldt e Kramer (1958, p. 181), “[...] foram esquecidos até Whitman (1899, 1919) e Heinroth (1911) independentemente chamarem a atenção para esses padrões de comportamento inatos”. E o processo fisiológico cuja descoberta pode ser identificada, segundo Lorenz (1950, p. 221), “[...] com a origem da etologia comparativa como um ramo independente da ciência é representado por certo tipo de padrões de comportamento inatos e geneticamente determinados”. Quanto à terminologia utilizada pelos estudiosos do comportamento para nomear esse padrão de comportamento inato, cronologicamente Whitman, que foi um dos primeiros a estudá-los, chamou-os simplesmente de "instintos"; Heinroth, que, dez anos depois, ao redescobri-los independentemente de Whitman, segundo Lorenz (1950, p. 221), “[...] falava de *arteigene Triebhandlungen*"; eu mesmo os chamara de *«Instinkthandlungen»*, *«Erbkoordinationen»* e *«Instinktbewegungen»*, sucessivamente, assim misturando ainda mais a terminologia”.

Lorenz relata que havia descoberto por si mesmo, independentemente de Whitman⁴⁵ e Heinroth, que os padrões de movimento são homólogos, e que quando estudava na Universidade com o anatomista vienense Ferdinand Heschstetter, havia se tornado familiarizado com a metodologia e o procedimento na comparação filogenética, o que tornou imediatamente claro para ele que os métodos empregados na morfologia

⁴⁵ Logo após conhecer Heinroth, Lorenz (1980, p. 173-174) afirma que “[...] no início da década de 1930, nós dois aprendemos através da comunicação com a ornitóloga americana Margret Morse Nice que Charles Otis Whitman chegara essencialmente às mesmas conclusões que Heinroth, cerca de dez anos antes”.

comparativa eram também aplicáveis para o estudo do comportamento das várias espécies de peixes e aves que conhecia bem. Dentre os “primeiros fatos” formulados, Whitman foi responsável por antecipar os conceitos centrais para o avanço dos métodos de reconstrução filogenética no estudo do comportamento, como será visto mais adiante. Além disso, Whitman é o autor da frase aclamada como a iniciadora da Etologia ao afirmar, segundo Whitman (1898, p. 328), que “Instinto e estrutura devem ser estudados a partir do ponto de vista comum da descendência filética, e não menos porque nós raramente podemos, se é que podemos, traçar todo o desenvolvimento de um instinto”. Mas o início dos estudos etológicos é atribuído a Heinroth que, por volta de 1910, utilizou pela primeira vez de modo claro, como afirma Cunha (2013, p. 54), “[...] o comportamento dito instintivo de espécies proximamente aparentadas para o fim de esclarecer relações filogenéticas – um objetivo que, inegavelmente, era uma exigência da linha de desenvolvimento iniciada por Darwin”.

Ao explorarem a sistemática de um grupo particular de aves - Whitman, os pombos, e Heinroth, os patos – perceberam separadamente que esses grupos de aves, respectivamente, apresentavam padrões de comportamento inatos que permitiam utilizá-los como características taxonômicas, uma vez que os caracteres morfológicos por si só se mostraram inadequados para a classificação taxonômica, e cada um buscou, como Eibl-Eibesfeldt e Kramer (1958, p. 181) afirmam, “[...] outros caracteres geneticamente constantes sobre os quais basearem suas classificações. Descobriram assim padrões de comportamento, tais como movimentos de exibição de corte, com específico valor taxonômico”. Whitman e Heinroth se propuseram a descobrir padrões herdados de comportamento e traçá-los, de acordo com Lorenz (1958, p. 68), de “[...] espécie para espécie. Muitos desses padrões provaram serem pistas confiáveis para a origem e relação de grandes grupos de animais. Não há mais dúvidas de que os animais em geral herdam certos traços comportamentais profundos”.

E esses padrões de comportamento deveriam estar de alguma forma enraizados, como Lorenz (1958, p. 69) afirma, “[...] na herança fisiológica comum das espécies que as exibem. Seja qual for sua causa fisiológica, eles formam, sem dúvida, uma unidade natural de hereditariedade”, pois o fato de os movimentos de comportamento instintivo de todos os indivíduos, de acordo com Eibl-Eibesfeldt e Kramer (1958, p. 182), “[...] de um grupo natural sistêmico (espécie, gênero, família, etc.) se expressarem da mesma maneira, sugeriu que a seqüência temporal das ações musculares individuais envolvidas em um movimento é uma característica herdada”. Durante a sua participação no 4º

Simpósio da Sociedade para Biologia Experimental em 1950 Lorenz propôs a adoção do termo, segundo Lorenz (1950, p. 221), “[...] de movimentos endógenos para esse tipo de padrão de comportamento inato”. Historicamente, os movimentos endógenos, segundo Lorenz (1950, p. 221), “[...] não foram apenas reconhecidos como um fenômeno muito distinto por [...] Whitman já em 1898, mas também sistematicamente estudados e avaliados como caracteres taxonômicos”. Com relação à ação do sistema nervoso nesses movimentos, Lorenz afirma que a função mais importante dos centros mais elevados do sistema nervoso de muitos animais inferiores é, de acordo com Lorenz (1978, p. 59):

[...] exercitar um efeito inibidor permanente nos vários padrões de comportamento endógeno-automáticos do organismo, e com base na informação externa instantânea para "definir o padrão" no momento apropriado. Uma minhoca privada de seu "cérebro", isto é, seu gânglio supraesofágico, continua a se arrastar e é incapaz de parar; um caranguejo operado da mesma maneira não pode parar de comer enquanto a comida estiver disponível, e assim por diante.

Entretanto, apesar do reconhecimento dos padrões de comportamento inato por Whitman ter ocorrido antes do final do século XIX, Lorenz afirma que foi somente a partir de 1930 que a descoberta de tais atividades endógenas, segundo Lorenz (1950, p. 221), “[...] começou a atuar como um centro de cristalização, na qual os esforços concertados para analisar os padrões de comportamento inato começaram a ser organizados”. Um ponto de vista comum entre os precursores da etologia era a ideia de que a condição ideal para apreciar o repertório comportamental das espécies de animais seria em seus ambientes naturais ou proporcionando condições adequadas para que essas espécies exibissem o seu comportamento natural. Este ponto de vista compreende a ideia de que para se estudar apropriadamente um comportamento é imprescindível fazê-lo com o animal em seu ambiente natural, uma vez que é preciso apreciar a função desse comportamento, como afirma Beer (1963, p. 171), “[...] na vida do animal e sua posição em todo o repertório comportamental do animal [...]. Isso requer o estudo do animal em sua situação natural ou em condições que não disfarçam a relevância biológica de seu comportamento”; tal ideia foi reforçada pelas observações de Whitman e Heinroth de que muitos dos atos dos pássaros, de acordo com Beer (1963, p. 172), “[...] são realizados exatamente e da mesma forma por todos os membros da espécie, e

pode ser reconhecido como homólogo com atos semelhantes em espécies relacionadas, o grau de similaridade correspondente à afinidade taxonômica”.

Whitman e Heinroth foram importantes para o desenvolvimento dos conceitos iniciais da etologia por terem sido os primeiros a estenderem formalmente a teoria darwiniana da descendência com modificação para o estudo de caracteres comportamentais dos animais, embora Whitman e Heinroth tenham enfatizado em suas obras mais citadas aspectos, segundo Podos (1994, p. 467), “[...] muito diferentes do problema da evolução comportamental”. Whitman discutiu em seus estudos aspectos relacionados às origens filogenéticas do comportamento e abordou, de acordo com Podos (1994, p. 467), “[...] questões como ancestralidade comum, transformação de caráter e polaridade de caráter. Este trabalho antecipou o estudo atual do que poderia ser chamado de ‘etologia histórica’”. Em contrapartida, o trabalho desenvolvido por Heinroth se diferenciava comparativamente do de Whitman porque Heinroth se interessava pelo estudo da função do comportamento animal ao perguntar, de acordo com Podos (1994, p. 467), “[...] como fatores ambientais ou sociais poderiam influenciar a evolução do comportamento, e como a variação em tais fatores poderia explicar as diferenças comportamentais entre os diferentes táxons”.

A linha de estudo adotada por Heinroth antecipou, segundo Podos (1994, p. 467), “[...] o campo da ecologia comportamental e, em particular, a discussão de custos adaptativos e benefícios na biologia comportamental”. Independentemente dessa diferença de Whitman e de Heinroth quanto às origens filogenéticas do comportamento ou de como os fatores ambientais e sociais influenciavam a evolução comportamental, os estudos realizados por ambos foram historicamente importantes por estabelecerem as bases conceituais a partir das quais Lorenz pôde desenvolver a linha de sua pesquisa em filogenia comportamental. Lorenz reconhecia o pioneirismo e a relevância dos estudos desenvolvidos por Whitman e Heinroth no processo de desenvolvimento das bases conceituais da vindoura etologia, sendo que esse reconhecimento se devia a descoberta de ambos, de acordo com Lorenz (1995, p. 19):

[...] Whitman e, poucos anos mais tarde, independentemente dele, [...] Heinroth descobriram a existência de padrões de movimento, cujas similaridades e diferenças, de espécie para espécie, de gênero para gênero e, até mesmo de grandes grupos taxonômicos para outros, são mantidas com a mesma constância e exatamente do mesmo modo, de maneira que são comparáveis a caracteres anatômicos.

Heinroth foi um dos primeiros a estabelecer que muitos comportamentos consistem, segundo Mayr (1972, p. 127), “[...]em componentes individuais, específicos de espécies, que ocorrem em contextos ambientais específicos (território, defesa, formação de pares, advertência de predadores, etc)”. Além disso, Heinroth mostrou que as espécies relacionadas, como afirma Mayr (1972, p. 127):

[...] têm formas de comportamento semelhantes (se não idênticas) e que é possível desenvolver uma etologia comparativa bastante equivalente a uma anatomia comparativa. De fato, em um estudo clássico da etologia de patos e gansos (1911), Heinroth mostrou que se pode estabelecer uma filogenia para cada um desses caracteres como evidência de relação, bem como caracteres morfológicos.

Independentemente de Heinroth, Whitman já havia chegado a conclusões semelhantes alguns anos antes, de acordo com Mayr (1972, p. 127), “[...] em um estudo sistemático de espécies selvagens (mas criadas em laboratório) de pombos. Whitman verificou ao estudar o comportamento dos pombos que certos movimentos endógenos, estereotipados (como o ato de ingerir água – exclusivo dos pombos entre as aves – por sorveduras), eram tão característicos e definidores do que se entende taxonomicamente por uma espécie ou um gênero, família, ordem, etc., como o são estruturas corporais. Suas descobertas foram publicadas postumamente em 1919 (com um ensaio preliminar em 1898)”. O trabalho pioneiro desenvolvido por Whitman no estudo do comportamento instintivo dos animais permite que ele seja considerado um dos precursores da etologia, pois segundo Mayr (1976, p. 314-315):

[...] Seu artigo *Animal Behavior* (1898) contém muitos exemplos bem escolhidos de comportamento inato (não aprendido). Em seu trabalho posterior, ele analisou particularmente a relação entre o comportamento inato e aprendido e a habilidade dos animais para ajustar seu comportamento a novas experiências. Seu póstumo *The Behaviour of Pigeons* (1919) é uma análise extraordinariamente detalhada. Em particular, a corte e os comportamentos de reprodução de cerca de quarenta espécies são comparados. Com o trabalho pioneiro de [...] Heinroth sobre patos (1911), foi o primeiro estudo extensivo em etologia comparativa.

Além disso, Whitman antecipou três conceitos que foram centrais para o avanço dos métodos de reconstrução filogenética utilizados em seus estudos comportamentais, os quais são, como afirma Podos (1994, p. 471):

Em primeiro lugar, Whitman inferiu as características comportamentais de antepassados comuns na ausência de informações diretas (por exemplo, fósseis). [...] Em segundo lugar, Whitman argumentou indiretamente que a evolução comportamental é polarizada, o que significa que os comportamentos derivados são modificações evolutivas de comportamentos pré-existentes, que o "comportamento ou instinto especial é construído lentamente modificando a base orgânica" [...]. Terceiro, ele percebeu que as funções dos padrões motores derivados não precisam corresponder às funções dos padrões motores de onde surgiram.

Whitman criou por mais de dez anos pombos, segundo Mayr (1976, p. 314), “[...] hibridizando⁴⁶ 200 variedades domésticas e 40 espécies selvagens”. Os resultados desses cruzamentos são registrados por Whitman que afirma em sua obra que os cruzamentos entre diferentes variedades de pombos sempre produzem descendentes férteis, fato que por si só já era para Whitman uma forte indicação de um ancestral comum, pois todas as raças domésticas de pombos, para Whitman (1919, p. 3):

[...] que provavelmente não são menos de 200 tipos distintos, são férteis quando cruzadas e os descendentes de cruzamentos também são férteis. O mesmo é verdade, até onde se sabe, entre as raças domésticas e os pombos-de-rocha selvagens, e esse fato geralmente é considerado uma forte indicação de ancestralidade comum.

Dentre todas as descobertas em sua obra científica, nenhuma é mais fundamental do que esse estudo que Whitman desenvolveu a fim de descobrir sobre o verdadeiro curso de descendência dos pombos, o que lhe deu também a chave para a interpretação dos fenômenos de herança. Não obstante, apesar do pioneirismo de Whitman nos estudos sobre o comportamento inato, há pouca dúvida de que alguém tenha feito, de acordo com Mayr (1972, p. 128), “[...] uma contribuição tão grande para o estudo comparativo do comportamento como Heinroth”. Heinroth começou a estudar zoologia em Berlim após finalizar o seu doutorado em medicina em 1895, trabalhando simultaneamente no Jardim Zoológico de Berlim e no Museu de História Natural. Durante o período de 1900-1901, Heinroth serviu como zoologista e médico em uma expedição organizada por Bruno Mencke ao Arquipélago de Bismarck que terminou de forma trágica quando Mencke e outros membros da expedição foram mortos por nativos

⁴⁶ Há três variações desse experimento de cruzamento ou de hibridação (ou hibridização), segundo Yamamoto (2005, p. 295): Na primeira, indivíduos com variações em determinado traço ou comportamento são cruzados e observa-se como o traço se manifesta na prole. No segundo caso, linhagens de comportamento semelhante são cruzadas entre si para enfatizar o traço. No terceiro caso, faz-se o cruzamento seletivo, também chamado de seleção artificial, no qual indivíduos com uma determinada característica são cruzados para acentuar essa característica.

do arquipélago, enquanto que Heinroth conseguiu escapar, apesar de ter sido ferido por uma lança.

Em 1904 Heinroth se tornou diretor assistente do Jardim Zoológico de Berlim onde permaneceu até 1911, quando se tornou diretor do *Berlin Aquarium*. Mas foi durante o período enquanto ocupava o cargo de diretor assistente no Jardim Zoológico que Heinroth teve oportunidades sem precedentes para observar aves e outros animais de perto, tanto no trabalho como em sua própria casa (SCHULZE-HAGEN, 2015). Heinroth apresentou em 1910⁴⁷ durante a realização do *Vth International Ornithological Congress* em Berlim os resultados dos estudos que fizera sobre o comportamento de patos e gansos, de acordo com Haffer (2001, p. 66):

[...] resumiu suas observações em longo prazo sobre o comportamento de patos e gansos em uma grande apresentação, um marco na análise comparativa do comportamento instintivo dos animais dentro de uma estrutura darwiniana. Ele descreveu padrões de comportamento inatos constantes que, como as estruturas morfológicas, caracterizam certos táxons (espécies, grupos de espécies dentro de gêneros, gêneros, famílias) indicando sua relação evolutiva mais próxima ou mais distante.

Esse trabalho foi publicado em 1911, mas infelizmente com uma distribuição bastante restrita e, de acordo com Haffer (2001, p. 66), “[...] praticamente não teve qualquer efeito sobre outros ornitólogos [...]”. Esta situação só veio a mudar alguns anos mais tarde, quando Heinroth e sua primeira esposa, Magdalena, publicaram a obra *Die Vögel Mitteleuropas in allen Lebens- und Entwicklungsstufen photographisch aufgenommen und in ihrem Seelenleben Bei der Aufzucht vom Ei ab beobachtet (Aves da Europa Central, fotografadas em todas as fases da vida e do desenvolvimento, observadas no seu comportamento a partir do ovo em diante, quatro volumes, 1924-1933)*⁴⁸. Os dados foram obtidos a partir de 1904 quando os Heinroth, principalmente Magdalena, criaram quase todas as espécies de aves da Europa Central desde o ovo e puderam observar, como afirma Haffer (2001, p. 66), “[...] seu desenvolvimento para determinar em que medida os caracteres comportamentais (incluindo as vocalizações) de uma dada espécie são inatos ou se tem de ser aprendido pelo pássaro jovem após a eclosão”.

⁴⁷ As comparações perceptivas de Heinroth sobre o namoro e outros comportamentos de patos, gansos e cisnes feitos, segundo Schulze-Hagen (2015, p. 10), “[...] no início dos anos 1900, eventualmente, forneceram o trampolim intelectual para Konrad Lorenz lançar o estudo da etologia na década de 1930”.

⁴⁸ De agora em diante *Aves da Europa Central*.

Para a produção e coleta dos dados apresentados nesse livro e com o intuito de isolar o comportamento inato do comportamento aprendido, Heinroth e Magdalena realizaram vários experimentos *Kaspar Hauser* nos quais os animais estudados foram, segundo Eibl-Eibesfeldt e Kramer (1958, p. 181) “[...] isolados de membros da sua própria espécie e privadas de outras possibilidades de aprendizagem mostraram que estes padrões fixos podem desenvolver-se independentemente de um padrão específico de reforço anterior, isto é, de aprendizagem”⁴⁹. Os resultados obtidos por Heinroth e Magdalena e publicados nos quatro volumes de *Aves da Europa Central* foram uma revelação, como afirma Álvarez (1994, p. 27), “[...] para muitos zoólogos e constituem o começo dos estudos etológicos”. Cabe aqui uma observação de um detalhe sobre Heinroth, o fato deste não ser oriundo de nenhuma instituição acadêmica, pois como afirma Carranza (1994, p. 28):

Chama neste ponto a atenção que a Etologia não nascera no seio de uma instituição científica ou universitária, senão que, em um curioso paralelismo com a elaboração da teoria evolutiva por Darwin, foi mais o resultado da atividade privada de [...] Heinroth, diretor do aquário de Berlim e, de igual grau, do esforço sobre-humano de sua esposa Magdalena [...], criando tão grande quantidade e variedade de aves para a sua observação.

A partir da resposta entusiasmada do jovem médico Lorenz à publicação de *Aves da Europa Central*, Heinroth e Lorenz estabeleceram aquilo que seria o início, como afirma Álvarez (1994, p. 28), “[...] de dez anos de intensa relação, em que o contínuo intercâmbio de ideias e de observações entre ele e Heinroth teriam importantes repercussões científicas”. E é desta interação que se desenvolveram as bases que deram sustentação para o surgimento das primeiras teorias e leis que possibilitaram a consolidação da etologia como uma nova área de pesquisa científica já nas primeiras décadas do século XX, como afirma Álvarez (1994, p. 28):

[...] o “Mecanismo Desencadeante Inato”, a lei de “Suma Heterogênea de Estímulos” e a de “Energia de Ação Específica”, assim como o aprofundamento do fenômeno do imprinting. Neste desenvolvimento teve parte importante a relação de Lorenz com os zoólogos J. von

⁴⁹ Este era o principal argumento utilizado a favor desse experimento, a de que o animal não teria oportunidades de aprender com outro animal co-específico o comportamento característico da sua espécie e, por conta disso, o comportamento resultante, segundo Yamamoto (2005, p. 295), “[...] deveria ser inato. Obviamente, a aprendizagem também se dá por interação com o ambiente físico, e esses experimentos não eliminavam a possibilidade de aprendizagem”.

Uexküll, O. Koehler, E. von Hoist, A. Seitz e com o já ancião W. Craig, cuja obra e a de C. O. Whitman chegaram a Lorenz por acaso.

O trabalho de Heinroth de 1911 foi importante por antecipar vários conceitos fundamentais para a ecologia comportamental moderna, sendo que talvez o mais importante fosse o fato de Heinroth focalizar, segundo Podos (1994, p. 474), “[...] nas consequências adaptativas do comportamento, como considerado da perspectiva do animal individual”. Além disso, em seus estudos Heinroth aludiu a questões que diziam respeito, segundo Podos (1994, p. 474), à “[...] aptidão reprodutiva, à influência do investimento dos pais na evolução social e à eficácia dos sinais de comunicação [...]”, o que revela que metodologicamente o trabalho de Heinroth representa, de acordo com Podos (1994, p. 474), “[...] uma articulação precoce da análise custo-benefício e da noção de adaptação de caracteres comportamentais a substratos ambientais ou sociais”. A influência de Heinroth no estudo do comportamento animal por Lorenz se faz presente quando Lorenz posteriormente utilizou em seus estudos uma abordagem comparativa desenvolvida conjuntamente com Heinroth, amigo e mentor intelectual, para decifrar, de acordo com Saldanha (1973, p. 798-799), “[...] a origem de padrões de comportamento como um aspecto de manifestação dos sistemas orgânicos no decorrer do processo da evolução orgânica”.

Além de Whitman e Heinroth, entre os precursores da etologia clássica está Uexküll por desenvolver o conceito de *Umwelt* (ou universo sensorial) de cada espécie a partir da premissa de que não era possível entender um animal, como afirma Ades (1997, p. 136), “[...] sem levar em conta o seu mundo-próprio (*Umwelt*), a sua seletividade perceptual, os seus modos peculiares de agir”. O primeiro princípio da teoria de *Umwelt* era que, segundo Uexküll (1948, p. 11), “[...] todos os animais, desde os mais simples até os mais complexos, são encaixados em seus mundos únicos com igual completude. Um mundo simples corresponde a um animal simples, um mundo bem articulado a um mundo complexo”. Uexküll considerava que uma explicação mais completa sobre o comportamento dos animais dependia essencialmente do conhecimento da natureza do universo sensorial de cada uma das espécies, o que fazia com que criticasse em sua obra tanto as explicações mecanicistas quanto as behavioristas para o comportamento dos animais, como Uexküll (1992, p. 319) afirma no seguinte trecho:

Os mecanicistas juntaram os órgãos sensoriais e motores dos animais, como tantas partes de uma máquina, ignorando suas funções reais de percepção e de atuação e até mesmo mecanizaram o próprio homem. De acordo com os behavioristas, as próprias sensações e vontades do homem são mera aparência, para serem consideradas, se é que o são, apenas como perturbadoras estáticas.

Para contrapor-se às explicações mecanicistas, Uexküll (1992, p. 319) afirma que “Já não consideramos os animais como meros aparelhos, mas como sujeitos cuja atividade essencial consiste em perceber e agir”. Sob a sua perspectiva o comportamento animal só poderia ser devidamente estudado e entendido se levasse em consideração o mundo subjetivo da percepção dos animais em relação ao seu meio ambiente e de como esses animais o compreendem, pois acreditava que era somente assim que nos tornamos capazes de desvendar, de acordo com Uexküll (1992, p. 319), “[...] os portões que levam a outros reinos, pois tudo o que um sujeito percebe torna-se seu mundo perceptivo e tudo o que ele faz, seu mundo efetor. Mundos perceptivos e efetores juntos formam uma unidade fechada, o *Umwelt*”. Para compreender porque o carrapato-fêmea, assim como as outras espécies de animais e também os seres humanos, age como age, Uexküll considerava que era necessário explorar o *Umwelt* do carrapato-fêmea, como Uexküll (1992, p. 320-321) faz no seguinte trecho:

Já fecundada, a fêmea sobe, com as suas já então oito patas, até a parte superior de um arbusto que lhe agrada, para, de altura conveniente, se deixar cair sobre pequenos mamíferos furtivos que passem ao seu alcance, ou arrastar por animais de maior porte. [...] O caminho para a sua torre de vigia descobre-o o animalzinho, que é desprovido de olhos, valendo-se do seu tegumento, sensível à luz. A aproximação da vítima é revelada ao salteador, que além de cego é também surdo, pelo seu sentido do olfato. As emanções de ácido butírico que provêm das glândulas da pele dos mamíferos servem para a carraça de sinal de advertência para abandonar o seu posto de vigia e lançar-se sobre a presa. Se vem a cair sobre qualquer animal de temperatura constante, que um apurado sentido térmico lhe denunciou – então atingiu a sua vítima, e só falta agora, ainda com o auxílio do seu sentido do tato, encontrar uma zona tanto quanto possível livre de pelos, para se introduzir, até para trás da cabeça, nos tecidos cutâneos daquela; e põe-se a sugar lentamente o sangue quente que jorra.

Experiências utilizando membranas artificiais e outros líquidos que não o sangue mostraram que o carrapato-fêmea era desprovida do paladar, pois o carrapato-fêmea, depois de perfurar a membrana absorve, como afirma Uexküll (1992, p. 321), “[...] qualquer líquido, contanto que este esteja a temperatura conveniente”. Assim, devido à

sua especificidade, o *Umwelt* de cada espécie, como o do ser humano é, de acordo com Del-Claro (2004, p. 18), “[...] distinto do da aranha ou da mariposa. Pode haver cores, formas, cheiros, sons, imperceptíveis a nós, mas muito evidentes aos animais”, o que implica em reconhecer, por exemplo, que, no caso da visão, os animais não enxergam o mundo do mesmo modo que os seres humanos já que o *Umwelt* visual dos animais é diferente do *Umwelt* visual do ser humano, uma vez que o que os insetos polinizadores “enxergam” nas flores é, na realidade, segundo Del-Claro (2004, p. 18), “[...] o comprimento de onda do ultra-violeta (UV). Muitas flores possuem pigmentos em suas pétalas que refletem a luz UV, servindo como guias de néctar, caminhos sinalizados que atraem visitantes florais”.

Além do *Umwelt*, Uexküll desenvolveu o conceito de *releaser* (liberador) a partir da ideia de que como o *Umwelt* é específico para cada espécie, caso do carrapato-fêmea, por exemplo, em que todo o ambiente em seu entorno se transforma em um quadro que consiste, essencialmente, em três elementos funcionais que ocorrem em um plano sequencial sucessivo e que servem como pistas para o carrapato-fêmea identificar a sua presa, que são o odor do ácido butírico emanado pelo corpo do animal, a sua temperatura constante e a região livre de pelos, elementos que, conjuntamente, formam o *Umwelt* do carrapato-fêmea. O atendimento de cada pista libera a execução da pista seguinte o que leva à extinção a execução da pista anterior, como explica Uexküll (1992, p. 324-325):

Agora, vamos colocar o carrapato no ciclo funcional como um sujeito e o mamífero como seu objeto. Vê-se que três ciclos funcionais ocorrem, de acordo com o plano, um após o outro. As glândulas da pele do mamífero compreendem os portadores de característica do primeiro ciclo, desde que o estímulo do ácido butírico desencadeia certos sinais de percepção no órgão de percepção do [carrapato], e esses sinais são transpostos para fora como características olfativas. Os processos no órgão de percepção provocam impulsos correspondentes por indução (não sabemos o que é isso) no órgão de efeito de [carrapato] que, então, produz a liberação das pernas e a queda. O carrapato que cai dá ao pelo do mamífero, sobre o qual ele pousa, a marca de efeito "colisão", que então ativa uma característica tátil que, por sua vez, extingue a característica olfativa "ácido butírico". O novo recurso ativa a execução do carrapato, até que esse recurso seja extinto no primeiro pedaço de pele sem pelo recurso "quente", e a perfuração pode começar.

Outro conceito desenvolvido por Uexküll foi o de *companion* (companheiro), como observado no caso das gralhas, espécie de ave gregária que mantém por toda a sua

vida um "companheiro" com quem empreende todos os tipos de ações. Mesmo no caso em que uma gralha criada sozinha, esta não fica sem o companheiro, mas, de acordo com Uexküll (1992, p. 370), “[...] se não consegue encontrar uma de sua espécie, assume um "companheiro substituto" e, de fato, um novo substituto pode preencher essa lacuna para cada nova atividade”, como o caso da gralha Jock que, desde jovem, tinha como a sua “mãe-companheira” Lorenz. Por conta deste "companheiro substituto", Jock, de acordo com Uexküll (1992, p. 370-371), “[...] o seguiu por todo o lugar; chamou-o quando quis ser alimentado. Uma vez que aprendeu a receber a sua própria alimentação, escolheu a empregada como sua companheira e realizou a dança de corte característica em sua frente”. Mais adiante Uexküll relata que Jock encontrou uma jovem gralha que se tornou sua companheira e a quem alimentou. E que quando se preparava para fazer voos mais longos, Jock tentava fazer com que Lorenz o acompanhasse, mas como isso não era possível, ele se juntou a outras galhas que se tornaram os seus companheiros de voo. Estas mudanças de companheiros ao longo da vida de Jock serviram para mostrar para Uexküll (1992, p. 371) que “Como se pode ver, não há uma única imagem de percepção disponível para o companheiro. Isso também não é possível, já que o papel do acompanhante está mudando constantemente”.

Os conceitos de *Umwelt*, *releaser* e *companion* desenvolvidos por Uexküll foram fundamentais para a conceitualização do comportamento animal que Lorenz estabeleceu em 1935 por meio de uma obra dedicada a Uexküll como uma homenagem pelo seu septuagésimo aniversário completado no ano anterior e que foi, sem dúvida alguma, a publicação mais importante da carreira de Lorenz, intitulada *Der Kumpan in der Umwelt des Vogels: Der Artgenosse als auslösendes Moment soziale Verhaltensweisen*⁵⁰, como será visto a seguir.

⁵⁰ Daqui por diante *Kumpan*.

7 - A CONSOLIDAÇÃO DA ETOLOGIA NO SÉCULO XX

A importância do *Kumpan* de Lorenz se deve ao fato desta obra ser, de acordo com Burkhardt (2005, p. 164), “[...] menos um relato de resultados do que uma elaboração de conceitos sobre os quais construir um programa contínuo de pesquisa. O conceito-chave do *Kumpan* de Lorenz foi a ideia do “*releaser*””. Tinbergen conta que Lorenz expôs essa ideia de *releaser* a ele ao sugerir que as cores chamativas exibidas por muitas espécies de aves e outros animais serviam para a estimulação das fêmeas dessas espécies e que, portanto, constituíam um meio pelo qual a cooperação das fêmeas poderia ser assegurada durante o processo de acasalamento. Para Lorenz as cores vivas, assim como os sons, posturas e aromas, geralmente funcionam como “*releasers*”, pois, como afirma Tinbergen (1958, p. 156), “[...] elas servem para liberar respostas apropriadas em outros animais e, assim, agir como meio de comunicação entre indivíduos”. Tinbergen relata que alguns dos próprios trabalhos experimentais realizados por ambos tinham como objetivo testar tal ideia, o que veio a se confirmar, pois a função liberadora, segundo Tinbergen (1958, p. 156), “[...] de várias estruturas visivelmente coloridas em animais tão diversos como aves, répteis, peixes, crustáceos, insetos e até mesmo moluscos já foi demonstrado por experimentos”.

Em *Kumpan*, Lorenz afirma que o ser humano se comporta racionalmente, diferentemente dos animais, porque, de acordo com Lorenz (1948, p. 85), “[...] esforça-se para dominar seu mundo e seus fenômenos através da percepção de suas relações causais. Para ele, é essencial unir os estímulos únicos aos objetos do seu mundo. De fato, constitui a base de todo seu conhecimento”. E o animal, em contraste com os seres humanos, de acordo com Lorenz (1948, p. 85), “[...] é essencialmente adaptado em seu mundo pelo comportamento inato. A inteligência não faz parte da maneira como ele reage à estimulação ambiental; portanto, uma compreensão material ou objetiva de seu mundo não é uma necessidade biológica”. Animais como os pássaros, por exemplo, são adaptados aos seus ambientes, segundo Burkhardt (2005, p. 164), “[...] não tanto através de conhecimentos adquiridos, mas através de padrões de comportamentos instintivos altamente diferenciados. As aves não agem de acordo com a percepção, mas sim de acordo com respostas instintivamente determinadas”, respostas estas construídas ao longo dos seus processos evolutivos pelo seu valor de sobrevivência.

Lorenz teoriza que processos cognitivos também estão presentes no movimento instintivo, sendo que para serem eficazes essas respostas precisam apenas ser liberadas por um ou no máximo alguns dos estímulos chaves que emanam dos objetos em seu ambiente, sendo que esta concepção deu origem ao **mecanismo** liberador inato (MLI), que desencadearia um padrão fixo de ação, como será abordado mais adiante. Lorenz considera que apesar de haver variações comportamentais individuais entre os membros de uma espécie, filogeneticamente há, de acordo com Lorenz (1958, p. 67), “[...] uma estrutura interna de um comportamento herdado que caracteriza todos os membros de uma dada espécie, gênero ou grupo taxonômico maior – assim como o esqueleto de um ancestral primordial caracteriza a forma e a estrutura de todos os mamíferos atuais”.

Esta concepção de Lorenz se assemelha com a de Darwin em *The Expression of the Emotions*, onde Darwin defende que o comportamento, assim como as estruturas corporais, tinha função adaptativa e podia ser explicado em termos evolutivos, o que abriu o caminho para o desenvolvimento do estudo do comportamento animal pelos precursores da etologia, Whitman e Heinroth. Reconhecendo o papel pioneiro e fundamental de Whitman e Heinroth, tanto por suas importantes contribuições como pela influência de ambos nas pesquisas sobre o comportamento animal inato, ambos são enaltecidos por Lorenz (1950, p. 222) “[...] por aplicarem o método filético ao estudo do comportamento inato. Sendo morfologistas comparativos, era natural que eles assim o fizessem”. E ao fazê-lo, Whitman e Heinroth descobriram um fato que não poderia ter sido descoberto de outra forma, como Lorenz (1950, p. 222) afirma, pois “[...] descobriram uma função independente e particular do Sistema Nervoso central que, como elemento de comportamento animal e humano, é, no mínimo, igualmente importante como o reflexo ou a reação condicionada”.

No entanto, apesar de seu pioneirismo, as pesquisas desenvolvidas por Heinroth e Whitman foram quase inteiramente ignoradas a princípio, como afirma Mayr (1972, p. 127), “[...] até serem redescobertas e ressuscitadas pelos etologistas modernos”, como Lorenz e Tinbergen. Algumas das possíveis explicações pelas quais os estudos de Heinroth e Whitman foram negligenciados por décadas são múltiplas, mas dentre essas Mayr (1972, p. 127) destaca as seguintes:

As primeiras décadas deste século viram o zênite da zoologia experimental, e qualquer pesquisa que se baseava na observação foi depreciada, não importa quão cuidadosamente e perceptivamente feito. Este desprezo foi agravado pelo fato de que os estudos de

aprendizagem e o behaviorismo eram a moda do dia, e qualquer indicação que houvesse também componentes genéticos do comportamento (como são inevitáveis na comparação de elementos de comportamento específicos de espécies de diferentes espécies) era decididamente impopular. Outra desvantagem no caso de Heinroth foi o fato de ele não ter uma cadeira universitária (ele era diretor do Aquário de Berlim).

Assim como Whitman e Heinroth, Lorenz considerava que os padrões comportamentais de movimento de uma espécie em particular eram significativos para a identificação das diferentes espécies em grupos de acordo com as suas características comportamentais, uma vez que esses padrões de movimento, como afirma Lorenz (1995, p. 19), “[...] são uma característica tão confiável, de um grupo particular, como o são os dentes ou penas ou quaisquer outros atributos físicos distintivos, usados em morfologia comparada”, da mesma forma que uma das formas de evidenciar a teoria da descendência com modificações a partir de um ancestral em comum proposta por Darwin era por meio do estudo da anatomia comparada dos seres vivos, no qual é realizada uma série de análises comparativas de evidências anatômicas, como Lorenz (1996, p. 67) afirma:

A nadadeira de uma baleia, a asa de um morcego e o braço de um homem são tão diferentes um do outro em aparência externa como o são nas funções a que servem. Mas os ossos dessas estruturas revelam uma semelhança essencial de *design*. O zoólogo conclui que a baleia, o morcego e o homem evoluíram de um antepassado comum. Mesmo que não houvesse outra evidência, a comparação dos esqueletos dessas criaturas seria suficiente para estabelecer essa conclusão. [...]

Assim, a semelhança das estruturas entre os esqueletos de diferentes espécies de seres vivos, incluindo os seres humanos, evidencia que mesmo uma estrutura anatômica básica pode persistir por eras, apesar de haver uma ampla divergência quanto a sua função devido ao processo de evolução filogenética. Mas a análise comparativa de evidências que confirmavam a teoria da ancestralidade em comum dos seres vivos, como os estudos comparativos realizados por pesquisadores como Darwin (1872), Spalding (1873), Whitman (1898), Heinroth (1911) e Craig (1918), dentre outros, vieram a despertar o interesse da comunidade científica pelo estudo do comportamento animal, cujo processo de desenvolvimento culminou no estabelecimento da etologia como um ramo independente da zoologia nas primeiras décadas do século XX (EIBL-EIBESFELDT; WICKLER, 2008).

Lorenz considerava que padrões comportamentais ritualizados eram particularmente interessantes para a implementação de uma pesquisa filogenética comparativa, pois foi desse modo que Whitman e Heinroth descobriram independentemente a possibilidade de uma verdadeira ciência comparativa a partir dos estudos dos movimentos expressivos ou de exibição, meios ritualizados de comunicação, juntamente com as gradações de similaridade e dissimilaridade nessas ações observáveis em vários táxons, como espécies, filos e classes, o que, segundo Lorenz (1978, p. 209), “[...] em primeira instância, foi o que deu a Whitman e Heinroth a ideia de que padrões de comportamento poderia ser uma indicação confiável de parentesco genérico como características físicas, e essa descoberta significou o nascimento da própria etologia”. A ocorrência de tais padrões particulares de comportamento podiam ser remetidos, de acordo com Lorenz (1995, p. 19), “[...] a uma origem comum em uma forma ancestral que também já possuía estes mesmos movimentos em uma forma primitiva, ou seja, o conceito de homologia pode ser aplicado a eles”. Apesar desses “primeiros fatos” desenvolvidos pelos precursores da etologia, foi apenas na década de 1930 na Europa que uma séria tentativa de estudar o comportamento animal sob uma perspectiva evolucionista teve início com os estudos realizados por Lorenz, Tinbergen e o biólogo austríaco Karl Ritter von Frisch (1886-1982), que possibilitaram o desenvolvimento de uma nova ciência dominada pelos estudos naturalísticos em que é observado o comportamento natural dos animais em seus ambientes originais e mais interessada no comportamento instintivo, inato e adaptativo desses animais. E Lorenz veio a ser conhecido historicamente como ‘fundador’ da etologia por ter sido um dos primeiros a formular uma teoria ampla a respeito dos “primeiros fatos” desenvolvidos pelos precursores da Etologia.

E o reconhecimento pelo trabalho de Lorenz fica patente na homenagem que Tinbergen faz em seu famoso artigo publicado em 1963 quando disse que seria mais fácil definir a etologia em termos históricos como sendo, segundo Tinbergen (1963, p. 410), “[...] o tipo de estudo do comportamento ao qual foi dado um forte ímpeto, assim como foi tornado [respeitável], por Konrad Lorenz”. Lorenz, por sua vez, considerava a Etologia a ciência que aplica ao comportamento dos animais e dos seres humanos, como afirma Lorenz (1980, p. 171), “[...] todas as perguntas feitas e essas metodologias utilizadas como uma questão de curso em todos os outros ramos da biologia desde Charles Darwin”. Lorenz foi muito influenciado por Heinroth a ponto de homenageá-lo durante uma conferência interdisciplinar internacional realizada em 1955 sobre como

definiria a Etologia, segundo Tinbergen (1963, p. 410), "O ramo de pesquisa iniciado por Oskar Heinroth". Ao prestar esta homenagem Lorenz reconhecia abertamente o pioneirismo e a relevância das pesquisas desenvolvidas por Heinroth que, assim como as de Whitman, foram vitais para o início do processo de formação da Etologia como um novo ramo da ciência. Esse reconhecimento se deve à constatação feita inicialmente por Whitman e, poucos anos mais tarde e independentemente dele, por Heinroth, de padrões de movimento cujas similaridades e diferenças, de acordo com Lorenz (1995, p. 19), "[...] de espécie para espécie, de gênero para gênero e, até mesmo de grandes grupos taxonômicos para outros, são mantidas com a mesma constância e exatamente do mesmo modo, de maneira que são comparáveis a caracteres anatômicos".

Lorenz considerava que, seja qual fosse o termo que se pretendesse associar à palavra instinto, de acordo com Lorenz e Tinbergen (1938, p. 1), "[...] sempre haverá que se lidar com a existência de "fórmulas de movimento" definitivas inatas ao indivíduo, que são de uma espécie, um gênero, de fato, um filo inteiro", pois a pedra fundamental para a etologia se consolidar como uma nova área científica foi lançada a partir dos estudos comportamentais embasadas no conceito de instinto, devido à descoberta, como afirma Lorenz (1950, p. 221), "[...] de um novo processo particular, cuja função é comparativamente independente da função do organismo como um "todo", o que abre sempre uma nova linha de abordagem analítica". Assim como os seus antecessores, Lorenz acreditava que os padrões de movimento de um grupo particular de animais eram tão significativos e estáveis que poderiam ser utilizados como critérios comparativos de comportamento da mesma forma que as características biológicas, para a identificação dos diferentes grupos de acordo com as similaridades das suas características comportamentais uma vez que esses padrões de movimento eram uma forte indicação de uma origem ancestral em comum dessas espécies.

Lorenz cita como exemplo dessa ideia o caso do pato preto africano *Anas sparsa* que vive em rios tropicais, mas cujo padrão comportamental é significativamente semelhante comparado aos de outras espécies de patos ao redor do mundo, o que foi justificado por meio da codificação desse comportamento nos genes, como afirma Lorenz (1980, p. 173) no trecho:

[...] o pato-real vive em nossos próprios lagos, as muitas espécies de patos selvagens que vivem nas lagoas de zoológicos e os patos domesticados que vivem nos currais de nossas fazendas, apesar das diferenças de seus ambientes e apesar de todas as possíveis influências

do cativo, exibir movimentos de cortejo que são inequivocamente semelhantes em um número incontável de características, o programa para esses movimentos deve ser ancorado no genoma de uma maneira exatamente idêntica àquela em que o programa do caráter morfológico é codificado nos genes.

O famoso artigo⁵¹ publicado em 1938 e de autoria de Lorenz e Tinbergen acerca dos movimentos instintivos tinha como objeto de pesquisa o comportamento de rolagem de ovos típico dos gansos cinzentos selvagens, que foi quando se combinaram pela primeira vez, de acordo com Gould (1982, p. 36), “[...] os conceitos de liberadores, ‘programas motores’, e motivação, que em conjunto nos permitem dar sentido a muito do comportamento animal”. Apesar dessa rolagem de ovos parecer ser em um primeiro momento, como afirma Gould (1982, p. 36), “[...] um comportamento pensado e inteligente por parte da ave: o ganso percebe o problema e o resolve”, Lorenz e Tinbergen estabeleceram a partir dos dados das suas pesquisas com esses gansos que a rolagem de ovos típico da espécie era um comportamento instintivo padrão, que é conhecido como padrão motor fixo de ação (PFA), os quais são caracterizados como sequências de movimentos, de acordo com Lorenz (1995, p. 201, destaque do autor), “[...] imutáveis, facilmente reconhecíveis que [...] são tão seguras como critérios de afinidade evolutiva como o são algumas características morfológicas ou suas combinações. A estes *padrões motores fixos*, o conceito de *homologia* é igualmente aplicável”. E estes movimentos estereotipados (ou padrões fixos de ação), conquanto sejam componentes relativamente independentes da totalidade dos movimentos característicos dessa espécie de ganso, constituem, segundo Lorenz (1995, p. 72), “[...] em certo sentido, a armação (subestrutura) dos padrões comportamentais de uma espécie animal”.

A partir desse entendimento, Lorenz e Tinbergen chegaram à conclusão de que o padrão motor fixo de ação do comportamento de rolagem de ovos dos gansos poderia ser utilizado para analisar, de acordo com Lorenz (1995, p. 308), “[...] o modo de cooperação de um padrão motor fixo num mecanismo de orientação (1938)” a partir da decomposição da rolagem de ovos em dois componentes, sendo o primeiro o padrão motor fixo que consiste, como afirma Lorenz (1995, p. 308), “[...] de um alongamento do pescoço para frente, curvando a cabeça para baixo, de maneira que toque o ovo com a porção inferior do bico, fazendo então o ovo rolar em direção ao ninho por intermédio

⁵¹ *Taxis und Instinkthandlung in der Eirollbewegung der Graugans.*

de uma pequena curvatura do pescoço”. O segundo componente ligado ao mecanismo de orientação ocorre quando o ganso, ainda executando o primeiro movimento, segundo Lorenz (1995, p. 308), concomitantemente faz “[...] movimentos compensatórios de cabeça e bico para cada lado mantêm o ovo equilibrado e previne seu desvio da trilha desejada”.

Lorenz e Tinbergen observaram também que o padrão motor fixo de ação do comportamento de rolagem de ovos podia ser isolado quando se agarrava o ovo habilmente após o movimento ter sido iniciado pelo ganso, que mesmo após essa interferência durante a execução do movimento de rolagem, o padrão motor fixo de ação associado ao movimento, segundo Lorenz (1995, p. 308), “[...] continua ocorrendo suavemente durante todo o percurso, permanecendo estritamente na mediana ao longo do plano de simetria da ave. Uma vez que o movimento é liberado, ele pode apenas percorrer seu caminho até o final”. Tinbergen descobriu um fenômeno ainda mais peculiar sobre os mecanismos subjacentes associados à rolagem de ovos ao observar que um ganso incubando podia ser estimulado a realizar o movimento de rolagem por uma enorme variedade de objetos mesmo quando estes objetos eram minimamente parecidos com o formato dos ovos como, por exemplo, latas de cerveja e bolas de beisebol (GOULD, 1982).

Com relação a este fenômeno, Lorenz observou que o objeto utilizado como estímulo para desencadear o comportamento da rolagem de ovos pelo ganso deveria, segundo Lorenz (1995, p. 308), “[...] ser liso e com uma superfície dura. Sua forma é irrelevante [...]”. Esta descoberta fez com que Lorenz e Tinbergen teorizassem que os gansos cinzentos selvagens deviam possuir algum tipo de filtro inato que podia ser estimulado por quaisquer objetos, desde que estes satisfizessem os critérios dos gansos para "ovos", e que a estimulação desse filtro liberava o movimento típico de rolagem de ovos da espécie. Lorenz e Tinbergen desenvolveram a partir dessa teoria sobre a função desse filtro inato o conceito do mecanismo liberador inato (MLI), o qual é descrito como sendo aquele que está relacionado, de acordo com Lorenz (1995, p. 207-208), “[...] com a habilidade do animal de ‘reconhecer’, sem qualquer experiência prévia, situações biologicamente relevantes, respondendo a elas por meio de um padrão de ação teleonomicamente “correto” e igualmente não aprendido”. E a concepção etológica inclui, segundo Ades (2009, p. 288), “[...] a existência de mecanismos neurais subjacentes, como o mecanismo liberador inato (*innate releasing mechanism*) que teria

por função reconhecer, dentre os estímulos presentes, os que são relevantes para o sistema motivacional em jogo”.

Lorenz considerava que os órgãos dos sentidos e o sistema nervoso central são mecanismos de aquisição de informações filogeneticamente desenvolvidos que permitem aos seres vivos, de acordo com Lorenz (1978, p. 6), “[...] adquirirem informações relevantes sobre o mundo e usarem esta informação para a sua sobrevivência” por meio da cognição. E os seres vivos possuem um aparato cognitivo que é resultado do processo evolutivo, sendo que os processos cognitivos mais simples utilizam informação de forma instantânea sem armazenamento por meio de estruturas cuja função é, segundo Lorenz (1978, p. 25):

[...] adquirir e explorar o conhecimento sobre as circunstâncias que surgem de repente, sem aviso prévio, no ambiente do animal, e que deve ser imediatamente levado em conta pelo seu comportamento. O comportamento que depende do funcionamento desses mecanismos assume a forma de uma resposta relevante a uma situação ambiental específica, embora esta situação nunca tenha surgido nesta forma particular, quer na filogenia da espécie, quer na vida do organismo individual em si.

No caso dos animais superiores possuidores de órgãos dos sentidos bem desenvolvidos e sistema nervoso central, e que contam com uma ampla opção de escolha de padrões de comportamento, são feitas exigências, de acordo com Lorenz (1978, p. 54):

[...] mais rigorosas sobre os poderes da seletividade dos mecanismos de liberação inatos, particularmente se uma variedade de combinações de estímulos de um único órgão dos sentidos deve suscitar diferentes respostas. Nenhum problema existe onde, como na fêmea do grilo, um órgão sensorial é apenas uma resposta comportamental.

A teoria do mecanismo subjacente aos padrões fixos de ação enquanto correspondentes do comportamento inato desenvolvida por Lorenz e Tinbergen ao estudarem o comportamento dos gansos cinzentos selvagens, em particular o da rolagem de ovos, possibilitou o desenvolvimento do conceito de respostas instintivas na etologia clássica, que são aquelas respostas que, de acordo com Ades (2009, p. 287-288):

[...] são desencadeadas por estímulos específicos, se expressam através de uma sequência de atos predeterminados, resistem à interferência de outros processos, especialmente à aprendizagem e à cognição, têm uma função adaptativa importante e decorrem da seleção natural ou sexual de uma forma claramente darwiniana.

O desenvolvimento do conceito do padrão fixo de ação cuja estrutura contém apenas informações adquiridas filogeneticamente e que é, segundo Lorenz (1978, p. 58), “[...] feito apenas funcional por muitos mecanismos para adquirir informação instantânea, que a liberam nas circunstâncias apropriadas e a regulam no tempo e no espaço” por Whitman (1898) e Heinroth (1910) marcou o nascimento da Etologia ao fornecer, como afirma Lorenz (1995, p. 95), “[...] o ponto de Arquimedes sobre o qual foi construído o estudo comparativo do comportamento” a partir do qual a investigação analítica do comportamento começou e que fez com que Lorenz chegasse à conclusão de que tanto a evolução filogenética dos movimentos instintivos como a sua resistência às modificações individuais possibilitava a adoção de ambas como características taxonômicas, como afirma Lorenz (1995, p. 147):

Ainda é possível confessar que acreditamos que a figura principal daquilo que chamamos de padrão motor fixo consiste em sequências centralmente coordenadas de impulsos endogenamente gerados, e que esta coordenação tem evoluído filogeneticamente e, ainda, que é muito resistente a qualquer modificação individual.

Lorenz considerava que o padrão de comportamento instintivo nos animais superiores é, segundo Lorenz (1978, p. 58), “[...] o paradigma de uma cadeia linear de eventos que já é funcional de uma forma simples, mas que, através da integração com outros processos igualmente simples, levou à criação de novas funções verdadeiramente marcantes”, e que a cadeia simples pode apenas ser encontrada em criaturas como, por exemplo, as aranhas saltadoras (*Salticidae*) e muitos insetos, por realizarem o padrão específico de comportamento instintivo apenas uma vez na vida. Além disso, Lorenz afirma que no comportamento instintivo dos animais superiores há ainda outro elemento a ser considerado, que é, de acordo com Lorenz (1978, p. 58), “[...] a busca pela situação de estímulo elicitante que Wallace Craig chamou de ‘comportamento apetitivo’”. Craig, psicólogo experimental e estudioso do comportamento e continuador dos estudos de Whitman, de quem era discípulo, foi o primeiro estudioso do comportamento animal, como afirma Cunha (2013, p. 97-98), “[...] a transpor-se do

estágio descritivo para o teórico, em etologia, com sua proposição de que o comportamento instintivo – o comportamento típico de uma espécie – abrangia duas fases distintas [...]”. Craig afirma que na época em que realizou os seus estudos se acreditava que grande parte do comportamento dos animais adultos ocorria em cadeias e ciclos, e que esses comportamentos eram meros reflexos em cadeia, ou tropismos⁵², expressão sobre o qual Lorenz (1980, p. 174) afirma que “[...] evoca a visão de uma relação causal simples e linear entre o estímulo recebido e a resposta dada a ele pelo organismo. Nessa simplicidade está o efeito sedutor do conceito: é tão fácil de entender quanto de ensinar”.

Mas muitos anos estudando o comportamento de animais, especialmente do Blond Ring-Dove (*Turtur risorius*) e outros pombos, convenceram Craig (1917, p. 685) de que “[...] embora os reflexos de cadeia inata constituam uma parte considerável do equipamento instintivo dos pombos, poucos ou nenhum desses instintos são meros reflexos de cadeia. Pelo contrário, cada instinto envolve um elemento de apetite, ou de aversão, ou ambos”. Foi ao estudar o comportamento de pombos criados em isolamento e de pombos aprendendo a beber água que Craig propôs o primeiro modelo teórico sobre a estrutura do comportamento instintivo animal, no qual tal comportamento era composto por duas etapas, uma que foi denominada de comportamento apetitivo, ao qual Lorenz se refere, e outra etapa que foi denominada de comportamento consumatório. Para Craig, a etapa do comportamento apetitivo, que inclui certa prontidão para agir, é aquela na qual ocorre, de acordo com Craig (1917, p. 685), “[...] um estado de agitação que continua até que certo estímulo, o estímulo apetitivo, esteja ausente”. Quanto ao comportamento consumatório, Craig o definia como um estado do organismo que era caracterizado, segundo Craig (1917, p. 686):

[...] por agitação e persistência com esforço variado; difere de um estado apetitivo em que ele continua enquanto um certo estímulo, referido como o estímulo perturbador, está presente, mas cessa, sendo substituído por um estado de repouso relativo, quando esse estímulo deixou de agir sobre os órgãos dos sentidos.

⁵² Jacques Loeb (1859-1924) foi um médico fisiologista nascido na Alemanha e naturalizado norte-americano que pensou, segundo Lorenz (1978, p. 240-241), “[...] poder explicar todos os animais e o comportamento humano em termos do princípio do tropismo”. Em seu livro intitulado *Forced Movements, Tropisms and Animal Conduct*, o capítulo XVIII é dedicado por Loeb a mostrar que os instintos são, de acordo com o princípio que desenvolvera, reações tropísticas.

Craig considera que a etapa final do comportamento instintivo animal, o comportamento consumatório, é sempre inata, e que uma evidência disso era o fato de que, como afirma Craig (1917, p. 685) na “[...] primeira manifestação (também, em alguns casos, performances) de muitos instintos, o animal começa com uma ação consumatória incipiente, embora o estímulo apetecido, que é o estímulo adequado da reação consumatória, ainda não tenha sido recebido”. Assim, a atividade instintiva para Craig era executada em ciclos, que se fosse vistos em uma fotografia composta representando todos esses ciclos, mostraria quatro fases, as quais são, de acordo com Craig (1917, p. 686):

Fase I. Ausência de certo estímulo. Estado fisiológico de apetite para esse estímulo. Inquietação, movimentos variados, esforço, busca. Ação consumatória incipiente. [...] Fase II. Recepção do estímulo apetecido. Reação consumatória em resposta a esse estímulo. Estado de satisfação. Nenhuma inquietação nem busca. [...] Fase III Excesso do dito estímulo, que agora se tornou um estímulo perturbador. Estado de aversão. Inquietação, tentativa, esforço, direcionado para se livrar do estímulo. [...] Fase IV Liberdade do dito estímulo. Estado fisiológico de descansar. Inatividade das tendências que estavam ativas nas Fases I, II, III.

Após anos de estudos observacionais, Craig conclui que o estado apetitivo e o estado consumatório observados no comportamento dos animais são os constituintes dos comportamentos instintivos. Além disso, Craig estendeu as conclusões dos seus estudos sobre os estados apetitivos e consumatórios do comportamento instintivo dos animais para o estudo do comportamento humano, pois para ele todo o comportamento humano, de acordo com Craig (1917, p. 687):

[...] ocorre em ciclos que têm o mesmo caráter fundamental dos ciclos do comportamento aviário. Estes aparecem na consciência como ciclos de atenção, de sentimento e de valorização. Esta descrição é verdadeira não só do nosso comportamento em relação a objetos especificamente procurados pelo instinto, como alimentos, companheiros e filhos, mas também do nosso comportamento em relação aos objetos dos nossos impulsos mais sofisticados, como, por exemplo, um concerto sinfônico.

Lorenz ficou popularmente conhecido por sua pesquisa sobre o fenômeno de *imprinting*, o qual já fora observado e teorizado por Spalding no século XIX e redescoberto posteriormente por Heinroth. Do ponto de vista fisiológico, Lorenz considerava que a parte mais notável sobre esse processo era que, segundo Lorenz

(1978, p. 78), “[...] a associação permanente entre o padrão de comportamento e seu objeto se estabelece em uma época em que ele ainda não é funcional - em muitos casos, na verdade, nem mesmo rastreável”. Lorenz também observou que o período sensível ao *imprinting* geralmente acontecia em um estágio bem inicial no desenvolvimento do indivíduo, limitado às vezes a uma questão de horas, mas que era algo sempre relativamente bem definido, ao perceber que o *imprinting* dos filhotes de gansos cinzentos ocorria durante certo período crítico⁵³ após a eclosão dos ovos, quando uma ninhada aprende a seguir seus pais verdadeiros ou adotivos (inclusive o próprio Lorenz), estabelecendo assim uma ligação social de apego com o objeto ou ser vivo em movimento que vissem em primeiro lugar. E do ponto de vista neurobiológico a experiência nesse período inicial e crítico do desenvolvimento do organismo é fundamental, porque exerce uma profunda influência no cérebro e, consequentemente, no comportamento do indivíduo, pois como afirma Knudsen (2014, p. 1412):

Quando o efeito da experiência no cérebro é particularmente forte durante um período limitado de desenvolvimento, este período é referido como um período sensível. Esses períodos permitem que a experiência instrua os circuitos neurais a processar ou a representar informação de uma forma que seja adaptável para o indivíduo. Quando a experiência fornece informações essenciais para o desenvolvimento normal e altera permanentemente o desempenho, esses períodos sensíveis são referidos como períodos críticos.

O fenômeno do *imprinting* observado por Spalding, Heinroth e Lorenz, é conhecido como *imprinting* filial, uma vez que o objeto ou ser vivo ao qual o animal jovem se torna ligado, segundo Bateson (2000, p. 85), “[...] é tratado como se fosse um pai. Algumas das características da *imprinting* são, sem dúvida, devido ao animal ingênuo procurar e responder seletivamente a estímulos particulares”, sendo que tais características já estão presentes antes mesmo da experiência do *imprinting* ter tido lugar, uma vez que esse ainda ingênuo animal jovem apresenta, de acordo com Bateson (2000, p. 85):

[...] claras preferências sobre o tipo de estímulos que irá aprender posteriormente. Possui também um repertório de atividades motoras que facilitam o processo de aprendizagem e mantêm a proximidade do

⁵³ Até a época em que Spalding realizou sua pesquisa sobre o comportamento instintivo nos animais, segundo Gray (1967, p. 173), “[...] o conceito de períodos críticos de desenvolvimento como períodos sensíveis para o aprendizado efetivo ou a prática não tinha aparentemente aparecido. Parece ter sido uma das muitas idéias que este jovem trouxe consigo para a nova ciência do comportamento [...]”.

objeto de seu apego. A aprendizagem ocorre em um momento biologicamente apropriado no ciclo de vida e poucos duvidariam que todo o processo tenha sido adaptado durante a evolução para a função de reconhecimento de parentesco que acontece em condições naturais.

Lorenz acreditava que os mecanismos neurais subjacentes aos comportamentos instintivos seriam muito mais do que simples reflexos de cadeia, ou tropismos. E é em busca de uma explicação sobre os processos fisiológicos envolvidos na manifestação do comportamento instintivo que surge o famoso modelo psico-hidráulico desenvolvido por Lorenz em 1950 para demonstrar como se dava a motivação do instinto. O primeiro modelo psico-hidráulico é o que aparece como “a” na parte esquerda da figura 6, no qual é mostrado, de acordo com Lorenz (1995, p. 239) “[...] o nível constante de subida do PEA (Potencial Específico de Ação) durante a inativação de um padrão motor fixo e também o efeito da estimulação externa abrindo o valor de descarga”. Entretanto, o próprio Lorenz modifica o modelo ao reconhecer mais tarde que o primeiro implicava enganosamente, como afirma Lorenz afirma (1995, p. 239-240), em “[...] uma diferença qualitativa entre aqueles estímulos que completaram o reservatório de PEA e aqueles que finalmente liberaram o padrão motor. Ele falha por não mostrar que o enchimento e a descarga divergem apenas em quantidade”.

Figura 6 – Na figura o modelo psico-hidráulico “a” é o modelo original elaborado por Lorenz em 1950 e o modelo “b” o modelo modificado em 1981 (LORENZ, 1995).

Lorenz considerava que o desempenho de um padrão motor fixo de ação não era em si um processo cognitivo, e que a habilidade motora pré-adaptada contida nesse padrão motor estaria disponível para o animal usar como se fosse uma ferramenta projetada para esse padrão. Para Lorenz, quanto mais se especulasse sobre os propósitos para os quais esses padrões motores seriam necessários, mais restrito se tornaria o seu

uso, já que existiriam padrões motores de aplicabilidade geral, como locomoção, roer, bicar ou arranhar e, por outro lado, como afirma Lorenz (1978, p. 56), “[...] aquelas que são altamente especializadas para desempenhar uma função específica, como é o caso do pássaro tecelão que faz um nó, ou muitas daquelas ligadas ao namoro e ao acasalamento”. Era particularmente nesses padrões motores fixos ligados a funções específicas que, segundo Lorenz (1978, p. 56), “[...] a rigidez de sua adaptabilidade, sua total independência de qualquer tipo de aprendizado, emerge mais claramente”.

A consolidação da etologia como uma nova área de pesquisa na década de 1930-1940 é, sem dúvida, uma consequência diretamente relacionada ao trabalho realizado por Lorenz e Tinbergen durante o período em que desenvolveram trabalhos conjuntamente, pois foram essas as pesquisas que exerceram um importante efeito no desenvolvimento dos conceitos iniciais da etologia e permitiram, de acordo com Moreno e Muñoz-Delgado (2007, p. 219), “[...] relativa ao comportamento e permitiu a consolidação de uma escola européia de etologia, cujos resultados são resumidos no livro de Tinbergen, *The Study of Instinct*”, no qual Tinbergen tratou das bases neurofisiológicas do instinto no estudo do comportamento animal. Para Tinbergen as relações neurofisiológicas subjacentes ao comportamento instintivo levavam a uma definição de "instinto" em que os centros nervosos responsáveis tanto por esse comportamento como também pela sua inibição deveriam ser consideradas pelo simples fato de que, segundo Tinbergen (1969, p.112), “[...] todas as atividades que fazem parte de um padrão de comportamento com um propósito destinado a alcançar um determinado objetivo dependem de um mecanismo neurofisiológico comum”. Assim, Tinbergen considerava natural que qualquer definição de instinto incluísse não apenas uma indicação da intenção objetiva ou o objetivo a que esse instinto serviria, mas também uma indicação dos seus mecanismos neurofisiológicos subjacentes. Por causa disso Tinbergen definia um instinto como um mecanismo nervoso que seria, de acordo com Tinbergen (1969, p.112), “[...] organizado que é suscetível a certos impulsos, liberando e dirigindo impulsos de origem interna e também externa, e que responde a esses impulsos por movimentos coordenados que contribuem para a manutenção do indivíduo e das espécies”.

O estudo do comportamento instintivo continuou mesmo após Lorenz e Tinbergen se separarem no período da Segunda Grande Guerra Mundial. Um desses estudos foi realizado por Tinbergen e um grupo de pesquisadores sobre o comportamento da gaivota de cabeça negra, quando Tinbergen et al. (1962, p. 115)

concluíram que “[...] a remoção de casca de ovo ajuda a proteger a ninhada dos predadores” (Figura 7). Após a realização de 22 campos experimentais diferentes, o grupo constatou que a resposta das gaivotas era muito bem adaptada à sua função principal, que era, segundo Tinbergen et al. (1962, p. 115), “[...] remover seletivamente a casca vazia, mas as pontuações relativamente altas para objetos que têm pouca semelhança com cascas de ovos sugerem que está adaptada à remoção de qualquer objeto que possa tornar a ninhada mais conspícua”.

Figura 7 - Gaivota de cabeça negra prestes a remover a casca de ovo vazia (G. J. BROEKHUYSEN phot.)

Em seu famoso artigo *On aims and methods of ethology* (1963), Tinbergen delineou as quatro questões principais para o estudo do comportamento animal: a causação, o valor de sobrevivência, a ontogênese e a evolução. Restropecivamente, os dois conceitos de FAP e IRM desenvolvidos por Lorenz e Tinbergen desempenharam um papel crucial no processo histórico de desenvolvimento da etologia e em sua posterior consolidação, mesmo que do ponto de vista da História da Ciência os conceitos de FAP e IRM, como pontua Hinde (1995, p. 91), “[...] subsequentemente [...] passaram a serem vistos como defeituosos em muitos aspectos”, o que não diminui o papel marcante que esses conceitos tiveram na história do estabelecimento da etologia como uma nova área de pesquisa, visto que esses dois conceitos foram fundamentados em conhecimentos que ainda estavam se desenvolvendo na época onde se deu o desenvolvimento dos primeiros fundamentos da etologia por Lorenz e Tinbergen.

Por outro lado, vários conceitos atuais da área foram antecipados por Lorenz e Tinbergen nessa época, de acordo com Hinde (1995, p. 91), como “[...] a percepção seletiva, a descoberta de que algumas respostas são provocadas por situações de estímulo simples e altamente específicas, e a observação de que, em muitos casos, as relações entre estímulo e resposta são independentes da experiência anterior do estímulo”. A colaboração mútua durante poucos anos de trabalho conjunto de Lorenz e

Tinbergen nos primeiros estudos etológicos do século XX foi decisiva por ter contribuído para o desenvolvimento, segundo Moreno e Muñoz-Delgado (2007, p. 218), do “[...] trabalho experimental, bem como o desenvolvimento de um sólido quadro teórico relativo à base biológica do comportamento instintivo em várias espécies de animais - insetos, peixes e aves - em seu meio ambiente natural”.

Além de Lorenz e Tinbergen, von Frisch, conhecido por seus trabalhos sobre o comportamento dos insetos, em especial sobre as percepções sensoriais das abelhas, teve um papel de destaque na história da etologia por ter sido um dos primeiros a teorizar sobre a função das “danças” executadas pelas abelhas, descritas pormenorizadamente por von Frisch no livro *Aus dem Leben der Bienen* (*The Dancing Bees*, em inglês), publicado em 1941 em que von Frisch explica como as abelhas comunicam a localização das fontes de recursos (como água e pólen) umas às outras através de círculos complexos e movimentos ondulantes. Por meio da realização de experimentos meticulosos, von Frisch foi responsável por abrir os nossos olhos, segundo Marler e Griffin (1973, p. 464), para as várias “[...] "janelas sensoriais" por meio das quais os animais, vêem o mundo, e para um comportamento de comunicação complexo e versátil, controlado por sistemas nervosos de insetos anteriormente considerados capazes apenas de respostas mecânicas rígidas”. Para os cientistas comportamentais, a descoberta revolucionária de von Frisch foi, como afirmam Marler e Griffin (1973, p. 464), “[...] que um inseto às vezes se comunica com outros membros de uma sociedade estreitamente integrada por gestos flexíveis, icônicos e graduados sobre objetos distantes que são urgentemente necessários para o grupo social como um todo”.

De acordo com Tinbergen, em um artigo sobre o senso de cor e visão da abelha, von Frisch mostrou que as abelhas respondem a certas cores, em menor grau às formas, e também aos aromas das flores que polinizam, e que muitas vezes as abelhas são, segundo Tinbergen (1958, p. 268), “[...] atraídas primeiro pelas cores das flores e, pouco antes de pousarem, verificam seu cheiro; se estiver "correto", se não perceberem cheiro, ou o cheiro errado, hesitam ou até mesmo abandonam a flor por completo”. Em sua autobiografia, Tinbergen relata que, influenciado pelo trabalho de von Frisch e de J.-H. Fabre sobre insetos, decidiu usar a descoberta casual de uma colônia de *Beewolves* (*Philanthus*, uma vespa escavadora) para um estudo das habilidades de direção da espécie, tese que foi apresentada na Universidade de Leiden, onde se graduara em biologia, e que foi aceita apenas após sérias dúvidas, como Tinbergen

ouviu falar, porque aparentemente “[...] 32 páginas de impressão não eram impressionantes o suficiente”. Sob a influência dos trabalhos de von Frisch, Tinbergen, que era mais empírico do que Lorenz⁵⁴, observando e elaborando experimentos para explorar as diversas nuances do comportamento animal, acaba, como afirma Hinde (1995, p. 91), “[...] adotando o método de von Frisch de fazer o animal responder as perguntas”.

Os estudos desenvolvidos pelo trio explicaram alguns dos exemplos mais notáveis do controle fino, de acordo com Marler e Griffin (1973, p. 464), “[...] de padrões elaborados de comportamento por estímulos externos conhecidos pela ciência, às vezes aprendidos, às vezes não, deixando sem dúvida a importância crucial das diferenças genéticas na compreensão do desenvolvimento do comportamento”. Como reconhecimento pelo trabalho pioneiro empreendido e pelas contribuições que propiciaram ao desenvolvimento e consolidação da etologia no século XX, Lorenz, Tinbergen e von Frisch foram agraciados com o recebimento do Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1973, "por suas descobertas relativas à organização e à eliciação de padrões de comportamento individuais e sociais" ⁵⁵.

⁵⁴ Em sua autobiografia Lorenz relata que foi em um simpósio chamado *Instinctus* realizado no outono de 1936 em Leiden, na Holanda que conheceu Tinbergen, e que este foi certamente o acontecimento que, como Lorenz confessa, “[...] trouxe consigo as consequências mais importantes. Nossos pontos de vista coincidiram com um grau surpreendente, mas logo percebi que ele era superior a mim em relação ao pensamento analítico, bem como à faculdade de elaborar experiências simples e reveladoras”.

⁵⁵ Trecho do texto disponível no site <https://www.nobelprize.org/>

8 - O SISTEMA NERVOSO E O COMPORTAMENTO

Não existe uma marca visível de instinto na conformação do animal; mas também como pode ser verificado, a inteligência é sempre proporcional ao tamanho relativo do cérebro, e particularmente dos seus hemisférios.

Georges Cuvier

O cérebro é o principal arquiteto, orquestrador e motorista do comportamento; o comportamento, por sua vez, é a principal função do cérebro. Assim, se o problema da neurociência é entender a função cerebral, o sucesso depende não só de explicar como os sistemas neurais funcionam, mas de relacionar isso com o comportamento de forma sistemática. Assim, os dados comportamentais não são simplesmente uma ferramenta para ajudar os neurocientistas a interpretar os dados cerebrais, mas também o problema fundamental da neurociência.

Roche; Commins e Dockree

O cérebro é, para Gomez-Marin et al. (2014, p. 1455), “[...] o principal arquiteto, orquestrador e motorista do comportamento; o comportamento, por sua vez, é a principal função do cérebro”. Assim, se a questão mais relevante da Neurociência é entender a função cerebral, então esse sucesso depende, segundo Gomez-Marin et al. (2014, p. 1455), “[...] não apenas de explicar como os sistemas neurais funcionam, mas de vincular isso ao comportamento de forma sistemática”. E isto somente se torna possível, conforme visto até aqui, pelo fato do comportamento ser uma característica evolutiva essencial no processo adaptativo dos seres vivos, resultado da interação contínua, segundo Chiel; Beer (1997, p. 555) “[...] entre o sistema nervoso, o corpo e o ambiente, cada um dos quais possui uma dinâmica rica, complexa e altamente estruturada”. Essa interação contínua entre esses três fatores é traduzida na ontogênese e filogênese dos seres vivos por meio da formação de padrões comportamentais, onde o ambiente fornece os estímulos que são captados por receptores sensoriais como informações que são, de acordo com Ferrari et al. (2001, p. 188), “[...] convertidos em impulsos elétricos, que são analisados e utilizados pelo sistema nervoso central para o controle de respostas vegetativas, motoras e cognitivas. Essas respostas constituem os padrões comportamentais que atuam sobre e modificam esse ambiente”.

No estudo etológico o pesquisador que objetiva obter uma maior compreensão da função adaptativa do comportamento precisa analisar o comportamento animal por

meio do desenvolvimento tanto de teorias como de métodos experimentais adequados a esse tipo de estudo, o que torna as pesquisas da etologia complexas, ainda mais porque o comportamento muitas vezes é para Gage (2015, p. 6) “[...] o que um organismo escolhe fazer a partir de uma variedade de opções disponíveis em resposta a um conjunto complexo de condições ambientais”. Além dessa dimensão psicológica, também é necessário considerar a presença da dimensão biológica do comportamento para se obter um maior entendimento do comportamento animal, o que requer o estudo das estruturas orgânicas, processos fisiológicos ou sistemas subjacentes ao comportamento, dentre os quais se destaca as funções do sistema nervoso, tomando-se o devido cuidado a fim de se evitar o reducionismo no qual o comportamento é entendido simplesmente como uma resposta a um estímulo ou a uma entrada sensorial, porque quaisquer tentativas de explicar o comportamento a partir dessas manifestações particulares, de acordo com Saldanha (1973, p. 803), “[...] significa negar o aspecto mais importante da etologia — a visão global do comportamento”.

Uma das evidências a favor da relevância da dimensão orgânica para o estudo do comportamento são as tendências filogenéticas no tamanho e na organização do sistema nervoso, pois estas tendências são, segundo Frigaszy e Perry (2003, p. 7), “[...] suportes úteis para teorias sobre evolução comportamental”. Exemplo disso é a constatação de que as espécies de aves que armazenam e recuperam milhares de nozes, como Frigaszy e Perry (2003, p. 7) citam, “[...] possuem um hipocampo aumentado, uma parte do cérebro envolvido na formação da memória, em comparação com espécies intimamente relacionadas não armazenadoras [...]”. E a base da relação subjacente entre o comportamento de um animal e a função de seu sistema nervoso era de grande interesse desde o início da história da biologia e da psicologia, uma vez que tais investigações prometiam fornecer conclusões, de acordo com Immelmann (1980, p. 55), “[...] sobre o controle do comportamento humano também. No início, as pessoas estavam interessadas na localização de elementos do sistema nervoso central responsáveis por determinado comportamento - especialmente no homem”. Estas investigações tinham como o seu principal objetivo responder a questões sobre quando, como, onde e por que o sistema nervoso se fez presente na história evolutiva dos seres vivos. Entretanto esse tipo de estudo filogenético do sistema nervoso sob uma perspectiva evolutiva encerra em si seus próprios desafios, porque a primeira dificuldade a ser enfrentada é de ordem material pelo simples fato de não terem sido localizadas até os dias atuais evidências arqueológicas indicando a presença de estruturas nervosas nos primeiros seres vivos.

Apesar da limitação por conta dessa impossibilidade arqueológica, é possível inferir por meio da introdução da metodologia da "narrativa histórica" para estudar fenômenos como a sequência de eventos que levou à extinção dos dinossauros assim como outros eventos desta ordem que são inacessíveis ao método experimental e que por isso requerem uma metodologia completamente diferente, e que são testadas pelo seu valor explicativo. Neste método desenvolve-se um cenário imaginário de acontecimentos passados com base em suas conseqüências (MAYR, 2004). Por meio dessa metodologia é possível, por exemplo, inferir como seria o primeiro ser vivo a viver no planeta. Pesquisas indicam que o *last universal common ancestor of all cells* (LUCA, ou progenota) foi provavelmente um ser unicelular que teria surgido na Terra há aproximadamente quatro bilhões de anos, capaz de sobreviver em um ambiente extremamente quente e geoquimicamente ativo no qual não havia ainda a presença de oxigênio livre na atmosfera. Como seria a manutenção das funções vitais desse ancestral tão longínquo dos atuais seres vivos?

Muito provavelmente esses primeiros organismos vivos como LUCA, similarmente aos organismos unicelulares atuais como as bactérias e alguns dos protozoários, foram capazes de manter as suas funções vitais internas e explorar o meio ambiente físico por meio do desenvolvimento de um repertório comportamental devido a uma característica fundamental para a manutenção da vida presente em todos os seres vivos, a irritabilidade⁵⁶ protoplasmática geral e uniformemente distribuída, o que permitiu a esses seres desenvolverem a capacidade de detecção das mudanças em seus ambientes internos e externos de forma a responderem a essas mudanças, sendo que o processo de desenvolvimento dessa característica está inexoravelmente ligado à evolução do que se tornou o sistema nervoso dos seres metazoários. A irritabilidade agia sempre que um estímulo causava uma mudança em determinado ponto desses seres e essa mudança estimulava, segundo Dethier e Stellar (1961, p. 4), “[...] áreas adjacentes, de modo que uma onda de excitação se espalhava lentamente em todas as direções, como as ondulações de uma pedra que caía em uma poça tranquila”.

Com o passar do tempo, essa irritabilidade antes homogeneamente dispersa pelo organismo vivo passou gradualmente a ser mais e mais localizada, canalizada e refinada de forma que o protoplasma do organismo, segundo Dethier e Stellar (1961, p. 4), “[...]

⁵⁶ O citoplasma, elemento fundamental dos seres vivos, possui uma característica fundamental, a irritabilidade. A irritabilidade é um princípio, enquanto que a sensibilidade (objeto da fisiologia) é uma função, portanto, secundária e efeito da irritabilidade. O princípio da irritabilidade é considerado uma propriedade fundamental da célula em meados da segunda metade do século XIX (FERREIRA, 2013).

deixou de ser igualmente excitável por toda parte. A condução da excitação foi acelerada e canalizada em vias particulares”. As vantagens oferecidas por esse processo de refinamento da irritabilidade são claras, porque se não fosse por isso o organismo ficaria constantemente reagindo às mudanças em seus ambientes internos e externos, o que diminuiria a versatilidade e a capacidade de discriminação desse organismo. E esses primeiros seres provavelmente se tornaram capazes de emitir respostas comportamentais específicas dependentes dos estímulos internos e ambientais, uma vez que os organismos unicelulares, como afirmam Roth; Dicke (2013, p. 20), “[...] exercem as mesmas funções e exibem comportamentos extremamente complexos, embora eles não possuam, por definição, um sistema nervoso”, como foi observado em estudos com bactérias que, mesmo sob a sua aparente simplicidade organizacional, são capazes de exibir comportamentos relativamente complexos comparativamente a sua simples estrutura, como Dalgalarrrondo (2011, p. 66) afirma:

Os mecanismos por meio dos quais organismos como as bactérias revelam “sensibilidade perceptiva” e “memória”, assim como se movem em seu ambiente em decorrência do “percebido” ou do “memorizado”, têm sido mais bem compreendidos nos últimos anos. A *Escherichia coli*, uma bactéria que vive em nosso trato intestinal, apresenta, por exemplo, mais de uma dúzia de diferentes tipos de receptores em sua superfície [...], os quais reagem a estímulos ambientais com padrões de respostas específicas.

As informações recebidas pelos quimiorreceptores da *Escherichia coli*, por exemplo, ao serem integradas desencadeiam uma cascata de reações que impulsionam os flagelos da bactéria para se movimentar. A *Escherichia coli* tem seis flagelos com cada um deles possuindo um motor que, de acordo com Roth e Dicke (2013, p. 20), “[...] são combinados em um único super-flagelo para propulsão para frente (“run”) assim que os receptores detectam um aumento na nutrição ou uma diminuição nas substâncias tóxicas”. Na condição inversa esse super-flagelo, segundo Roth e Dicke (2013, p. 20), “[...] se desintegra, e os flagelos únicos se movem independentemente”. Graças aos resultados obtidos por meio desses estudos atualmente é possível inferir com uma razoável margem de segurança que desde o início do processo de geração de vida na Terra era fundamental para os primeiros seres vivos possuir a capacidade de agir e reagir de acordo com as pressões seletivas presentes nesse meio ambiente por meio de padrões comportamentais específicos que possibilitasse a esses seres o aumento das suas chances de sobrevivência em um ambiente hostil e repleto de desafios. No tocante

ao *sensorium* as bactérias são capazes de detectar e discriminar os diferentes tipos de substâncias presentes, segundo Roth e Dicke (2013, p. 20), como “[...] substâncias nutritivas (por exemplo, açúcar) ou toxinas (como por exemplo, metais pesados) em seus ambientes através de um grande número de quimiorreceptores, bem como obstáculos através de mecanorreceptores”.

Com o surgimento dos primeiros seres pluricelulares, sobretudo os animais, houve naturalmente a necessidade de organizar os diversos fenômenos sensitivos, pois à medida que as células passaram a se associar formando os tecidos, órgãos e sistemas nos corpos dos seres vivos, a adequabilidade das mudanças que ocorriam em cada um desses segmentos, segundo Dethier e Stellar (1961, p. 2), “[...] começou a ser medida, não apenas em termos de unidade individual, mas em termos dos requisitos de sobrevivência do todo. A célula que respondeu inadequadamente foi eliminada, assim como o tecido ou órgão deficiente”, ou seja, no curso da evolução a capacidade de resposta dos organismos foi sendo modelada pelas exigências dos indivíduos sujeitos à ação das pressões seletivas presente em seus ambientes. Com a pluricelularidade levando ao aumento do tamanho dos organismos passou a haver uma necessidade crescente de uma maior coordenação das atividades das células e da condução das informações dentro dos limites do organismo. Para atender a esta nova demanda evolutiva, as células se especializaram de forma a melhorar tanto a sua propriedade de irritabilidade como a rapidez na condução das alterações dessa propriedade através de todo o organismo. Com uma maior especialização, essas células se tornaram tão organizadas que passou a haver a necessidade de uma divisão de trabalho, de acordo com Dethier e Stellar (1961, p. 2):

[...] para detectar mudanças ambientais (tanto dentro e fora do organismo), para conduzir informações, integrar informações e iniciar uma resposta. Estas células tornaram-se o sistema nervoso, a matriz do comportamento. Segue-se que o comportamento de um organismo é uma expressão principalmente das capacidades do seu sistema nervoso.

A partir do desenvolvimento de um protossistema nervoso no grupo dos celenterados, o que diferencia o sistema nervoso dos seres vivos não é o seu elemento estrutural básico, o neurônio, já que os elementos estruturais do sistema nervoso dos mais diversos grupos são, de modo geral, basicamente os mesmos, uma vez que, segundo Dalgarrondo (2011, p. 66), “[...] de hidras, planárias e insetos a peixes e

mamíferos, incluindo o ser humano, todos possuem células nervosas com uma biologia celular semelhante, com elementos bioquímicos [...], citológicos [...] e histológicos equivalentes”. O que realmente mudou ao longo do processo de evolução do sistema nervoso foi, segundo Dalgalarondo (2011, p. 66), “[...] o arranjo, o modo de organização das células nervosas, em circuitos nervosos funcionais e, sobretudo, a arquitetura e o funcionamento dos diferentes cérebros”. Desta forma, os processos subjacentes ao comportamento dos seres vivos somente podem ser mais bem compreendidos se considerarmos que o comportamento, sob uma perspectiva etológica, assim como os órgãos ou estruturas corporais, é, como afirma Carvalho (1988, p. 2), “[...] produto e instrumento do processo de evolução através de seleção natural”. Como o desenvolvimento de um comportamento envolve o desenvolvimento do sistema nervoso é possível estabelecer uma correlação entre as mudanças comportamentais com as mudanças no sistema nervoso. Neste contexto, o estudo do comportamento animal depende, portanto, de uma análise das potencialidades do sistema nervoso, pois este sistema, como enfatizam Dethier e Stellar (1961, p. 3), “[...] afeta todo o animal ou um sistema de órgãos do animal e controla as relações de mudança do animal com seu ambiente”. E o sistema nervoso, por sua vez, não funciona no vácuo, pois é afetado pelas limitações e pré-conceitos estabelecidos ao longo da sua história evolutiva, de acordo com Dethier e Stellar (1961, p. 3), “[...] pelo seu estágio particular de desenvolvimento no indivíduo em crescimento, pelas mudanças que são impressas pelo seu próprio desempenho repetido, pela influência de mudanças ambientais internas e externas”.

E todo o corpo de conhecimento sobre o sistema nervoso teve início a partir da descoberta de crânios humanos com furos grandes que foram, segundo Roche, Commins e Dockree (2009, p. 3), “[...] intencionalmente perfurados [...] diretamente no crânio de indivíduos aparentemente dispostos, com alguma variação no tamanho e localização da ‘cirurgia’”, resultante de uma prática conhecida como trepanação, possivelmente o procedimento cirúrgico mais antigo conhecido e que foi praticado, de acordo com Gross (2009, p. 1), “[...] a partir do período paleolítico e virtualmente em todas as partes do mundo. Ainda é usado na medicina ocidental e não ocidental⁵⁷”, o

⁵⁷ Existe uma clara referência à trepanação registrado pelo escritor chinês Luo Guanzhong e ambientado na fase tardia da dinastia Han (206 a.C.-220 D.C.) quando, de acordo com Blanco (2014, p. 30), “[...] o médico Hua Tuo sugere a Cao Cao que deixasse-o realizar uma trepanação para curá-lo de seus males, mas Cao Cao, temeroso de que a intenção verdadeira consistisse em assassiná-lo, ordena que prendam Hua Tuo”.

que mostra que desde as mais remotas épocas o ser humano buscou formas para compreender os fenômenos relacionados à mente e ao corpo, como os indícios de que as primeiras culturas humanas achavam que o córtex cerebral ou pelo menos a cabeça eram importantes para a manutenção da vida e do bem-estar por causa da trepanação.

Mas as primeiras descrições registradas do córtex cerebral datam da antiga civilização egípcia, assim como as primeiras indicações, de acordo com Gross (1987, p. 843), “[...] de que o local de lesão cerebral pode determinar a natureza dos sintomas neurológicos [...] encontrados no *Edwin Smith Surgical Papyrus*⁵⁸”, mostrando que os antigos médicos egípcios tinham noção de como os diferentes tipos de lesões na cabeça e na medula espinhal eram capazes de provocar sintomas distintos nos portadores dessas lesões. Em termos históricos e temporais, as etapas mais importantes ao longo da história do estudo do sistema nervoso podem ser essencialmente delimitadas em seis, sendo que as três primeiras são, de acordo com Blanco (2014, p. 27):

A primeira compreende a Antiguidade clássica e a Idade Média, e seu "epicentro conceitual" seria dado pela descoberta, já na Grécia antiga, do cérebro como a sede das funções superiores do psiquismo humano. A segunda foi protagonizada pela revolução científica que ocorreu no final do Renascimento e na aurora da modernidade, quando se começou a aplicar o método científico para a exploração do sistema nervoso. A terceira é caracterizada pela descoberta da atividade elétrica no sistema nervoso final do século XVIII, e também inclui análises subsequentes no campo da eletrofisiologia neuronal.

A questão fundamental na primeira etapa dessa história, que se prolongou até o período do Renascimento era sobre qual seria, segundo Blanco (2014, p. 29), “[...] a sede das funções sensoriais, motoras e mentais, o cérebro ou o coração”. Apesar da resposta dessa questão ser óbvia nos dias de hoje, ela foi historicamente tema de discussões ao longo dos séculos, onde pensadores da Antiga Grécia como Aristóteles se inclinaram pela adoção de um enfoque cardiocêntrico frente a um encefalocêntrico. E a ideia do cardiocentrismo não era restrita à história dos estudos do sistema nervoso da civilização ocidental, pois ela predominou também, de acordo com Blanco (2014, p. 29):

⁵⁸ O papiro impressiona por apresentar o primeiro registro histórico escrito sobre o cérebro, com estudos de caso chegando a descrever, segundo Roche; Commins e Dockree (2009, p. 3-4), “[...] as circunvoluções da superfície do cérebro (referindo-se a elas como "ondulações"), as meninges ("membrana envolvendo o cérebro") e até mesmo o líquido cefalorraquidiano”.

[...] na antiga cultura indiana, enquanto que na Mesopotâmia se opta por uma divisão de funções, que atribue ao coração a sede do intelecto, ao fígado a das emoções, ao estômago a da astúcia e ao útero a da compaixão. A cultura chinesa se inclinou também por distribuir as funções mentais nos órgãos internos do corpo.

As três últimas etapas ao longo da história do estudo do sistema nervoso tratam principalmente do desenvolvimento da teoria localizacionista das funções mentais no início do século XIX, do estabelecimento da teoria neuronal no final desse século e do desenvolvimento da metodologia que resultou em várias descobertas que se amalgamaram dando origem à neurociência, de acordo com Blanco (2014, p. 27):

A quarta se refere à localização cortical das distintas funções do psiquismo humano em meados do século XIX, assim como as ulteriores investigações sobre a excitação do córtex cerebral. A quinta define o estabelecimento da doutrina do neurônio no final do século XIX e a aplicação progressiva de uma metodologia "reducionista" para o estudo do sistema nervoso, cujos sucessos mais marcantes resplandeceriam na descoberta do potencial de ação, na formulação de da hipótese iônica e a elaboração da teoria química da transmissão sináptica, chave para elucidar os mecanismos do impulso nervoso. O sexto refere-se ao nascimento de "neurociência", como estudo interdisciplinar da mente nos anos 60, com a implantação de uma metodologia "holística" na exploração do sistema nervoso e do psiquismo.

Entretanto, devido ao escopo desta tese, a pesquisa se dedicou ao estudo da quinta etapa na história do estudo do sistema nervoso proposto por Blanco (2014), pois é o período em que ocorre a emergência de um novo quadro conceitual na segunda metade do século XIX a partir do pensamento de Darwin que foi responsável pelo estabelecimento do cenário ideal para a compreensão moderna do sistema nervoso como componente gerenciador do comportamento, embora a crença do encéfalo como o órgão responsável pelo comportamento tenha raízes antigas. No entanto, apesar desse longo histórico, só podemos afirmar que a era moderna da neurociência, como Gage (2015, p. 5) afirma, “[...] começou - e continua a progredir - com o desenvolvimento de ferramentas, técnicas e métodos usados para medir em cada vez mais detalhes e complexidade a estrutura e função do Sistema Nervoso”, como no caso do estabelecimento da teoria neuronal proposta por Cajal no final do século XIX. Outro fator que alavancou o processo de crescimento da neurociência além do desenvolvimento das ferramentas, técnicas e métodos foi a influência do novo quadro conceitual que se forma a partir da segunda metade do século XIX e fundamental para a

ideia do processo de evolução ir além das explicações sobre as características biológicas dos seres vivos e se estender também para o estudo das características comportamentais, pois cada espécie têm um repertório comportamental que, se por um lado, é produto da sua história filogenética, uma vez que o comportamento tem uma função adaptativa ao favorecer a sobrevivência e a reprodução dos seres vivos, por outro lado, é um produto ontogenético resultante das interações do indivíduo com o ambiente por meio da seleção das respostas que favoreceram a sua sobrevivência. Paralelamente a essas mudanças comportamentais ocorreram também mudanças nos substratos neurais, uma vez que o sistema nervoso está funcionalmente adaptado para otimizar a manutenção da integralidade do organismo, o que levou ao entendimento, segundo Ferrari et al. (2001, p. 187), de que “[...] as mesmas pressões evolutivas que determinaram as mudanças na topografia e na função das reações do indivíduo ao ambiente também determinaram alterações na forma, no tamanho e nas funções do Sistema Nervoso”.

Desta forma, durante o processo evolutivo alguns grupos de seres vivos começaram a desenvolver um sistema nervoso inicialmente difuso, mas que com o passar do tempo passou a se estruturar na forma de um sistema centralizado no qual a unidade básica no nível celular, o neurônio, passou a se conectar com muitos outros; assim, a atividade de um único neurônio é capaz de influenciar a atividade de milhares de outros. Em virtude disto, uma atividade neural pode-se dar por meio dos vários circuitos neurais que existem em uma região, o que origina a enorme variabilidade do comportamento, porque o sistema nervoso, segundo Dethier e Stellar (1961, p. 13), “[...] não fica ocioso em um estado de repouso passivo. Por causa da atividade espontânea de muitos neurônios, está em um estado de atividade de fundo contínua”. E a diversidade de informações vindas tanto dos órgãos dos sentidos em contato com o ambiente externo como as próprias informações do ambiente interno podem ser pensadas, de acordo com Dethier e Stellar (1961, p. 13), “[...] como modulando constantemente essa atividade de fundo. É a interação da atividade de fundo e mensagens dos órgãos dos sentidos que produz comportamento”.

O início do processo histórico até chegar a esse entendimento se encontra entre o final do século XVIII e o início do XIX quando começa a se formar o cenário onde o estudo do sistema nervoso passa a ser acoplado ao comportamento, pois é quando o sistema nervoso foi completamente dissecado e identificou-se, como afirmam Rodrigues e Ciasca (2010, p. 119), “[...] que toda a superfície cerebral do indivíduo continha um mesmo padrão de saliência (giros) e sulcos [...], e que o encéfalo era

dividido em lobos [...]”. Este conhecimento anatômico impulsionou a ideia se haveria uma correspondência material entre as funções mentais e o cérebro, ideia que, por sua vez, deu origem à teoria de que essas diferentes funções, de acordo com Pinheiro (2005, p. 184) “[...] estavam alojadas nas diferentes porções do córtex”. Somente é possível afirmar que passa a haver historicamente o desenvolvimento de uma teoria em que se buscava integrar a ação do sistema nervoso com o comportamento por volta do início do século XIX com o estabelecimento de uma perspectiva localizacionista das funções mentais por meio do estudo da caixa craniana proposta pelo médico e renomado neuroanatomista e fisiologista alemão Franz Joseph Gall (1758-1828), a teoria cranioscópica, que sustentava a ideia de que o cérebro era formado por muitas regiões, os subórgãos, em que cada um deles seria responsável por uma função mental. Assim, por meio do estudo das proeminências da caixa craniana, Gall acreditava ser possível mapear e identificar quais eram as faculdades mentais do indivíduo. Esta idéia de que o córtex cerebral é composto de áreas funcionalmente distintas, segundo Finger (1994, p. 32), “[...] não foi considerada seriamente pelo *establishment* científico antes do século XIX”.

Gall realizou conjuntamente com seu discípulo e colaborador, o também médico Johann Gaspar Spurzheim (1776-1832), uma série de descobertas importantes, segundo Stirling e Elliott (2010, p. 6), “[...] sobre a anatomia do cérebro, suas conexões com a medula espinhal e sua capacidade para controlar os músculos que resistiram ao teste do tempo”. A teoria de Gall tinha a seu favor os resultados de cirurgias realizadas com o uso da técnica da ablação, na qual são causadas lesões intencionais no sistema nervoso dos animais experimentais, o uso da estimulação elétrica⁵⁹ no cérebro e os estudos de casos clínicos em que as disfunções específicas pareciam resultar de lesões de certas partes do cérebro e não de outras, como os distúrbios neurológicos da linguagem estudados pioneiramente pelo médico francês Jean Baptiste Boullaud (1796-1881) que, segundo Kristensen; Almeida e Gomes (2001, p. 263), “[...] procurou demonstrar, através de provas anátomo-clínicas, como diferentes tipos de afasias estavam relacionados a distintas áreas no cérebro, especialmente em sua dimensão ântero-posterior”.

⁵⁹ O estabelecimento das bases da condução elétrica do nervo no século XVIII é atribuído ao anatomista e médico italiano Luigi Galvani (1737-1798). Galvani publicou o resultado de seu trabalho fundamental sobre eletricidade animal, *De Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentariuon* em 1791. O estudo de Galvani lançou as bases para o desenvolvimento da eletrofisiologia.

Esta perspectiva localizacionista se insere no contexto onde o cérebro se consolida como o órgão responsável pelos processos mentais e pelo comportamento, sendo que a partir disso surgiu a questão de como saber se essas atribuições do cérebro poderiam ou não, de acordo com Cosenza; Fuentes e Malloy-Diniz (2008, p. 17), “[...] ser decorrentes do funcionamento de diferentes áreas da sua anatomia”. É em torno dessa questão que nasce o debate entre os partidários do holismo cerebral, como o médico francês Marie Jean Pierre Flourens⁶⁰ (1794–1867) e os do localizacionismo cerebral como Gall. Os holistas consideravam que as funções mentais não dependiam de uma especificidade regional no cérebro, uma vez que, de acordo com o holismo, o cérebro funcionava como um todo e seria integralmente responsável pelos processos mentais e pelo controle do comportamento ao atuar como um todo integrado, enquanto que os localizacionistas acreditavam que o cérebro atuava de forma fragmentada, baseados na ideia de que cada uma das suas regiões, segundo Cosenza; Fuentes e Malloy-Diniz (2008, p. 17), “[...] seria responsável por uma função mental e comportamental específica”. Gall olhava para o córtex cerebral de uma maneira nova, pois segundo Finger (1994, p. 32), “[...] Na história da ciência, Gall, mais do que qualquer outro cientista, colocou o conceito de localização cortical em jogo”, fundamentando a teoria cranioscópica em três princípios, sendo que o primeiro estava ligado a uma das ideias primordiais de Gall que, por meio da observação de animais tanto em estado selvagem como em estado doméstico, concluiu que diferentes espécies de animais apresentavam diferenças, de acordo com FitzGibbon (1835, p. 74):

[...] em suas faculdades e maneiras, análogas àquelas observadas na raça humana; e que, não sendo capaz de atribuir a causa dessas diferenças à educação ou à falta de vontade, ou às impressões feitas por objetos externos nos sentidos, ele se julgava autorizado a concluir que as propensões e faculdades do homem e dos animais são inatas.

De acordo com o segundo princípio de Gall o cérebro era composto por subórgãos particulares, cada um deles relacionado com uma determinada faculdade mental, uma vez que, segundo FitzGibbon (1835, p. 75), “[...] o exercício de nossos instintos, nossas propensões, nossas faculdades intelectuais e nossas qualidades morais, seja qual for o princípio do qual derivam, está sujeito à influência de condições

⁶⁰ Flourens conduziu experimentos de ablação nos cérebros de cães, coelhos e pássaros que, de acordo com Roche; Commins e Dockree (2009, p. 6), “[...] o levavam a uma conclusão diferente sobre como o cérebro funcionava”.

materiais e orgânicas”. Já o terceiro princípio se relacionava com a ideia de que cada um desses atributos humanos ocupa uma parte do cérebro, como afirma FitzGibbon (1835, p. 76-77):

[...] que é especialmente apropriada para isso; um determinado assento, e que o desenvolvimento dessas diferentes partes, que formam tantos pequenos cérebros, ou órgãos particulares, se manifesta na superfície externa do crânio, através de sinais ou protuberâncias visíveis e palpáveis, de modo que, pelo exame dessas protuberâncias, ou elevações cranioscópicas, se possam determinar as disposições e as qualidades intelectuais e morais peculiares a cada indivíduo.

A cranioscopia formulada por Gall foi consolidada e divulgada por outros colegas, dentre os quais se destaca Spurzheim que, após se separar de seu antigo professor e mentor por volta de 1812, passou a utilizar o termo frenologia (do Grego: φρήν, *phrēn*, "mente"; e λόγος, *logos*, "lógica ou estudo"), ao invés do termo cranioscopia proposta por Gall. A figura 8 mostra uma gravura retirada de um dicionário com a definição de frenologia acompanhada por um mapa frenológico identificando a localização de 35 funções mentais, como esperança, cautela, benevolência, e linguagem, dentre outras.

Figura 8 - Uma definição da Frenologia com mapa das faculdades mentais. Webster's Academic Dictionary, 1895 (Fonte: Wikipedia)

A maior falha da teoria cranioscópica/frenológica foi a suposição de que há uma correspondência direta entre o córtex cerebral e a superfície do crânio, fator que, somado a uma falta de conceitos sobre as funções mentais estudadas e a uma concepção revolucionária para a época de seu surgimento de que funções mentais estariam localizadas em regiões distintas do cérebro funcionando independentemente, foram os motivos pelos quais houve um descrédito quase imediato da teoria cranioscópica/frenológica. E um dos seus maiores críticos foi sem dúvida o holista Flourens, que questionava a ideia localizacionista das funções cognitivas em áreas específicas do cérebro com correspondência direta com a caixa craniana cranioscópica/frenológica, uma vez que para Flourens (1824, p. 241), “[...] todas as sensações, percepções e vontades ocupam o mesmo lugar no cérebro”. Em uma clara tentativa de desmascarar a doutrina localizacionista, Flourens afirma que Magendie utilizou-se de um estratagema para contestar a validade da teoria cranioscópica/frenológica, como o próprio Flourens (1864, p. 234) relata:

O famoso fisiologista, Magendie⁶¹, preservou com veneração o cérebro de Laplace⁶². Spurzheim tinha o desejo natural de ver o cérebro de um grande homem. A fim de testar a ciência da frenologia, o senhor Magendie mostrou-lhe, ao invés do cérebro de Laplace, o de um imbecil. Spurzheim, entusiasmado, admirou o cérebro do imbecil como sendo o de Laplace.

Apesar dos conceitos sobre os quais a teoria cranioscópica/frenológica fora fundamentada terem sido marginalizados por grande parte da comunidade científica, tendo como principal alvo de ataques às ideias referentes à existência de protuberâncias da caixa craniana sobre o cérebro como indicativo das regiões superdesenvolvidas, como demonstra o caso de Flourens, Gall realizou significativos estudos do sistema nervoso quando descreveu, de acordo com Ferreira (2013, p. 76-77), “[...] o desenvolvimento do cérebro no feto, traçou o desenvolvimento do cérebro humano desde suas primeiras origens nos gânglios nervosos de insetos, dissecou cuidadosamente a matéria branca do cérebro [...]”. Além disso, a teoria cranioscópica proposta por Gall acabou se cruzando com o direito penal por Gall ter desenvolvido, segundo Pustilnik (2009, p. 192-193), “[...] suas observações e teorias principalmente através da análise

⁶¹ François Magendie (1783-1855) foi um renomado médico neurologista e fisiologista experimental francês.

⁶² Pierre-Simon Laplace (1749-1827) foi considerado um brilhante matemático, astrônomo e filósofo francês.

dos crânios de criminosos e daqueles confinados por insanidade”. Foi desta forma que a teoria cranioscópica impactou o direito penal nos Estados Unidos da América e na Europa, pois serviu de base para as propostas de reforma do direito penal quando os juristas passaram a usar os princípios da cranioscopia, de acordo com Pustilnik (2009, p. 192-193), “[...] para separar o criminoso dos insanos e fornecer maneiras confiáveis de identificar ambos; o depoimento de um especialista frenológico foi introduzido na sentença como fator atenuante [...]”. Além disso, o fundador da psiquiatria forense nos Estados Unidos da América, Isaac Ray⁶³ (1807-1881), abraçou a teoria de Gall e, assim, a cranioscopia "profilática" foi proposta, segundo Pustilnik (2009, p. 192-193), “[...] para determinar quem poderia ser um risco para o comportamento criminoso no futuro”.

Entretanto, apesar da teoria cranioscópica proposta por Gall ter surgido como uma tentativa legítima de se estudar o cérebro, a teoria cranioscópica/frenológica, segundo Castro e Landeira-Fernandez (2012, p. 4), “[...] degenerou gradualmente, ganhando rapidamente o rótulo de pseudociência⁶⁴ do século XIX”. Não obstante é importante notar que a ideia de Gall de que regiões diferentes do córtex cerebral estão relacionadas com diferentes funções mentais, como afirmam Castro e Landeira-Fernandez (2012, p. 4), “[...] acabou persistindo. Na verdade, se observamos com cuidado, podemos perceber que os quatro primeiros princípios são muito próximos de considerações neurocientíficas atuais”. Assim, apesar do seu melancólico desfecho, a teoria cranioscópica teve um papel histórico fundamental tanto para a etologia como para a neurociência por ter sido a primeira teoria que buscou, segundo Kandel et al. (2014, p. 6 et al), “[...] integrar conceitos biológicos e psicológicos no estudo do comportamento [...]”. E a história voltou a favorecer os partidários do localizacionismo cerebral quando o médico, anatomista e antropólogo francês Pierre Paul Broca (1824-1880) apresentou à *Société d'anthropologie* de Paris entre 1861 e 1863 a descrição dos casos de nove pacientes que foram vítimas de lesões localizadas nos lobos frontais do hemisfério cerebral esquerdo e que apresentavam em comum um déficit da linguagem

⁶³ Autor de *Treatise on the Medical Jurisprudence of Insanity*, publicado em 1838.

⁶⁴ Essa degeneração da teoria cranioscópica teve início quando se tornou evidente que o formato do crânio tinha pouca relação, de acordo com Stirling e Elliott (2010, p. 6-7), “[...] com a forma do cérebro subjacente. Obviamente, Gall e Spurzheim não tinham como medir a estrutura interna do cérebro em pessoas vivas, exceto naqueles raros casos de indivíduos sobreviventes (e muitas vezes não por muito tempo) com lesões abertas na cabeça”. Na verdade, registros médicos da época mostram que Gall tinha acesso a um pequeno número relatado de tais casos, mas que infelizmente Gall, segundo Stirling e Elliott (2010, p. 7), “[...] parecia considerá-los como sendo apenas de interesse anedótico e não percebeu que pessoas com lesões cerebrais podiam oferecer um importante teste de sua teoria”. Mas ao invés de explorar o potencial disso, Gall e Spurzheim preferiram continuar a acumular mais e mais medições de membros da população em geral que serviram para confirmar as suas ideias.

caracterizado por um alto comprometimento da capacidade de produção oral da fala, mas com a total preservação da capacidade de compreensão da linguagem oral e escrita. O primeiro e mais conhecido caso relatado por Broca apareceu em 1861 quando Broca atendeu a um paciente, *Monsieur Leborgne*, conhecido na história da neurociência como *Monsieur Tan* devido a sua incapacidade de articular claramente outras palavras além do monossílabo “*tan*” e que apesar da *aphemia*⁶⁵, condição de abolição da fala tão singular que Broca chegou a cunhar esse nome para ela, continuava plenamente capaz de entender a linguagem, ler e escrever, como afirma Broca (1861, p. 343):

Em 11 de abril de 1861, foi transportado para a enfermaria geral de Bicêtre, serviço cirúrgico, um homem de 50 anos, chamado Leborgne, que sofria de um flegmão gangrenoso difuso de todo o membro inferior direito, desde o peito até a nádega. Às perguntas que lhe dirigi no dia seguinte sobre a origem de sua doença, ele respondeu apenas com o monossílabo *tan*, repetido duas vezes em sequência, e acompanhado por um gesto de sua mão esquerda.

O estudo deste caso possibilitou a Broca notar que embora *Monsieur Leborgne* conseguisse variar a entonação dos sons emitidos, esse era simplesmente incapaz de produzir palavras ou frases articuladas que pudessem ser reconhecidas. Depois de seguir vários dias internado no hospital, *Monsieur Leborgne* morreu em decorrência de seus problemas de saúde, o que possibilitou a Broca encontrar durante a realização da sua autópsia uma lesão localizada na superfície do lobo frontal esquerdo⁶⁶ do cérebro, uma grande descoberta na história da neurologia que foi relatada por Broca (1861, p. 332) no trecho:

Estendia-se na parte de trás até o nível do sulco de Rolando, que separa, como sabemos, as circunvoluções anterior ou frontal das circunvoluções parietais. A lesão estava, portanto, situada em toda a região em frente a esse sulco, e o lobo parietal estava saudável, pelo menos relativamente falando [*d'une manière relative*], pois nenhuma parte dos hemisférios estava em estado de absoluta integridade.

Apesar do mau estado de conservação do cérebro de Leborgne, o resultado do estudo da lesão encontrada por Broca foi fundamental porque esse achado representou

⁶⁵ A *aphemia* de *Monsieur Leborgne* é, segundo Broca (1861, p. 332) “[...] apenas a faculdade de articular palavras que esses pacientes carecem”.

⁶⁶ A descoberta de Broca de que a fala é mediada pelo hemisfério esquerdo acrescentou, segundo Benton e Sivan (2007, p. 143), “[...] uma nova dimensão à função cerebral, a da dominância hemisférica cerebral”.

uma demonstração de que uma determinada capacidade cognitiva, a habilidade de geração da fala, de acordo com Roche, Commins e Dockree (2009, p. 7), “[...] estava localizada em uma região discreta do córtex, enquanto outras capacidades relacionadas - compreensão da linguagem - permaneceram inalteradas, presumivelmente porque estavam localizadas em uma área separada do cérebro”. Broca foi historicamente responsável por ter lançado a hipótese, hoje confirmada, de que a linguagem, assim como muitas outras funções neurológicas, está localizada em região específica do cérebro. Ao atender a um segundo caso no mesmo ano, Broca pode concluir que, segundo Young (1990, p. 145) “[...] a *aphemia*⁶⁷ era o resultado de uma lesão profunda, mas precisamente circunscrita do terço posterior da segunda e terceira circunvoluções frontais”. Neste segundo caso a *aphemia* do paciente não foi complicada por outros sintomas, de acordo com Young (1990, p. 145), “[...] e a lesão foi estritamente limitada. Portanto, a evidência era mais confiável”. Além desses dois casos, Broca teve a oportunidade de constatar essa *aphemia* em outros pacientes que apresentavam lesões nessa mesma região; assim, os estudos clínicos de Broca possibilitaram a identificação da área do cérebro que era responsável pelo processamento da capacidade de comunicação verbal. Não somente esses casos finalmente estabeleceram o princípio da localização da função psicológica no cérebro, como afirma Gross (1999, p. 57), “[...] mas a descoberta foi saudada como uma vindicação de Gall. O próprio Broca considerou o trabalho de Gall como ‘o ponto de partida de toda descoberta em fisiologia em nosso século’”.

Assim, apesar dos ataques de Flourens à teoria da localização de Gall, a ideia de que as funções cognitivas tinham localizações específicas no cérebro, como a descoberta de Broca de que a capacidade de articulação da linguagem oral está localizada no lobo frontal esquerdo ao constatar uma lesão nessa área, continuaram a ser debatidas no século XIX, pois as ideias de Gall estimularam a busca de correlações entre o local da lesão cerebral e os déficits específicos em pacientes, bem como em animais experimentais. A lateralidade da lesão no cérebro foi um aspecto que chamou tanto a atenção de Broca, que alguns anos mais tarde, de acordo com Broca (1865, p. 384, destaque da autora), disse que “[...] somos canhotos no cérebro. Assim como dirigimos os movimentos de escrever, desenhar, bordar, etc., com o hemisfério

⁶⁷ Esta condição de abolição da fala era tão singular que Broca chegou a cunhar um nome para ela, segundo Broca (1861, p. 332), “[...] *aphemia* (privar; eu falo, eu pronuncio); é apenas a faculdade de articular palavras que esses pacientes carecem”.

esquerdo, *falamos com o hemisfério esquerdo*”, afirmação que se tornou célebre na história da neurociência, sendo que a área da lesão passou a ser chamada de área de Broca e é conhecida como o centro funcional da linguagem.

Em 1874, o neurologista alemão Carl Wernicke (1848-1905) demonstrou que, como afirma Pinheiro (2012, p. 23), que “[...] assim como uma lesão unilateral anterior é suficiente para perturbar a expressão oral, uma lesão no primeiro giro temporal esquerdo⁶⁸ causa frequentes problemas de compreensão da linguagem falada”⁶⁹. Essa descrição de uma nova área relacionada à capacidade de compreensão da linguagem oral impulsionou ainda mais a noção de que o cérebro, segundo Cosenza; Fuentes e Malloy-Diniz (2008, p. 18):

[...] seria composto por diversos centros funcionais, cada um responsável por uma função mental específica. Além disso, Wernicke chamou a atenção para o fato de que as funções cerebrais poderiam também ser comprometidas pelas lesões nas conexões entre regiões cerebrais diferentes. Assim, postulou a existência de outro distúrbio da linguagem, a afasia de condução, que seria originada por lesões no fascículo arqueado, responsável pela conexão entre a área de Broca e a de Wernicke.

Paralelamente aos trabalhos desenvolvidos por Broca e Wernicke sobre as afasias, foram descritas outras áreas cerebrais que eram responsáveis por funções não linguísticas como, por exemplo, o trabalho realizado pelo neurologista italiano Bartholomeo Panizza (1785-1867) que relatou em 1855, segundo Kristensen; Almeida e Gomes (2001, p. 264), “[...] uma importante descoberta: cegueira permanente desenvolvida em indivíduos com uma lesão na região occipital”. Treze anos antes das descobertas de Broca e de Wernicke, um caso ocorrido nos Estados Unidos da América no ano de 1848 chamou a atenção por conta de um estranho acidente de trabalho que aconteceu envolvendo um indivíduo que, após o acidente, passou a apresentar alterações comportamentais decorrentes de uma lesão no córtex pré-frontal, como afirmam Roche; Commins e Dockree (2009, p. 8), que “[...] tinha transformado um trabalhador

⁶⁸ Quando esta lesão atinge, de acordo com Lent (2010, p. 695-696), “[...] uma região cortical posterior em torno da ponta do sulco lateral de Sylvius do lado esquerdo [...] o paciente apresenta uma afasia de compreensão (ou afasia de Wernicke)”.

⁶⁹ Um indivíduo com esta afasia parece não compreender bem o que lhe é dito quando um interlocutor lhe fala, pois esse indivíduo, segundo Lent (2010, p. 696), “Não só emite respostas verbais sem sentido, como também falha em indicar com gestos que possa ter compreendido o que lhe foi dito. Sua fala espontânea é fluente, mas usa palavras e frases desconexas porque não compreende o que ele próprio está dizendo”.

ferroviário anteriormente modesto em um dos mais famosos estudos de caso na história da neurociência”. Seu nome: Phineas P. Gage (1823-1860).

O médico que atendeu Gage no dia do acidente, John Martyn Harlow (1819–1907), diz que Gage era descrito, conforme o relato de todos aqueles que o conheciam, como afirma Harlow (1848, p. 389), “[...] um capataz, engajado na construção da estrada, 25 anos de idade, de estatura média, organização física vigorosa, hábitos temperados e possuidor de uma considerável energia de caráter”. O terrível acidente que aconteceu no dia 13 de setembro de 1848 veio a transformar não somente a vida pessoal de Gage, mas também o rumo da história dos estudos do sistema nervoso que depois viriam a constituir a futura neurociência. A cadeia de eventos do acidente sofrido por Gage, segundo o relato de Harlow (1848, p. 389), se deu da seguinte forma:

Parece, por conta de seu próprio relato, e dos espectadores, que ele estava empenhado em preparar um buraco numa rocha para explodi-la. Ele tinha colocado a pólvora, e estava no ato de compactá-la um pouco antes de despejar areia. Tinha batido a pólvora e, quando estava prestes a batê-la novamente, virou a cabeça para cuidar de seus homens (que estavam trabalhando a poucos metros dele), quando o ferro entrou em contato com a rocha, e a pólvora explodiu, arremessando o ferro contra o lado esquerdo da face, imediatamente anterior ao ângulo do osso maxilar inferior.

Antes de sofrer esta lesão no córtex pré-frontal, Gage possuía, de acordo com Harlow (1868, p. 277), “[...] uma mente bem equilibrada, e era visto por aqueles que o conheciam como um homem de negócios esperto, inteligente, muito enérgico e persistente na execução de todos os seus planos de operação”. Entretanto, após Gage se recuperar de seus ferimentos, os empreiteiros que o haviam contratado para a construção da estrada de ferro e que sempre o tinham tido como o capataz mais eficiente e capaz em seu emprego antes de sofrer o acidente, segundo o relato de Harlow (1868, p. 277), “[...] consideravam a mudança em sua mente tão marcante que não podiam lhe dar seu lugar novamente”. Sobre a mudança da personalidade⁷⁰ de Gage após a sua recuperação do acidente que quase lhe tirou a vida, Harlow (1868, p. 277) afirma que o “[...] equilíbrio ou balanço, por assim dizer, entre suas faculdades intelectuais e suas propensões animais, parece ter sido destruído”. Controvérsias à parte quanto ao grau de

⁷⁰ Quanto à extensão da mudança na personalidade de Gage após o acidente, essa parece ter sido exagerada, como afirmam Roche; Commings e Dockree (2009, p. 8), “[...] por alguns relatos posteriores (em algumas versões da história, ele se tornou um bêbado e jogador, envolvido em brigas e em outro com um comportamento grosseiro) [...]”.

mudança do comportamento de Gage sofreu após esse episódio, historicamente foi registrado que Gage passou a apresentar, como afirmam Roche, Commins e Dockree (2009, p. 8), “[...] uma alteração significativa das suas faculdades mentais e de personalidade como resultado de sua perda de tecido cerebral”.

Em estudos feitos com pacientes que apresentam lesões restritas ao córtex pré-frontal como no caso de Gage, os resultados indicam que esses pacientes se tornam incapazes, de acordo com Kandel et al. (2014, p. 356), “[...] de funcionar de maneira eficiente na vida diária. Seu estado emocional é anormal, e seu comportamento é desorganizado, pois não são capazes de concentração, sendo ineficientes em executar planos [...]”. O impacto do caso de Gage tem assegurado a ele, segundo Roche; Commins e Dockree (2009, p. 8), “[...] um tipo mais duradouro de fama como sendo um dos estudos de caso mais importantes na história da ciência do cérebro”. Apoio adicional para a perspectiva localizacionista foi obtido na década de 1870 quando o anatomista, antropólogo e fisiologista alemão Gustav Theodor Fritsch (1838 -1927) e o neurologista e neuropsiquiatra alemão Eduard Hitzig (1838-1907) demonstraram por meio de experimentos envolvendo a estimulação elétrica⁷¹ de pontos do giro pré-central do córtex motor de cães que a estimulação de determinadas áreas desse córtex provocava contrações musculares de diferentes partes nos corpos desses cães, como cabeça e pescoço, enquanto que a estimulação de outros pontos distintos causavam contrações das patas traseiras e patas dianteiras, o que aprimorou o nosso conhecimento sobre a localização cerebral da função motora.

Esta demonstração foi tão revolucionária como a descoberta de Broca do papel do hemisfério esquerdo na fala tinha tido por fornecer o ímpeto inicial para que fossem feitos intensos esforços durante as décadas seguintes, como afirmam Benton e Sivan (2007, p. 144), “[...] para localizar as propriedades funcionais de cada giro no córtex cerebral, um período chamado de "idade de ouro" ⁷² da localização cerebral”. Essa experiência de estimulação elétrica era de uma execução relativamente simples, pois para isso Fritsch e Hitzig precisaram somente expor a superfície do córtex cerebral

⁷¹ Em 1873, Roberts Bartholow, um médico de Cincinnati, aproveitou a circunstância de um de seus pacientes ter um defeito do crânio, segundo Benton e Sivan (2007, p. 144), “[...] que permitiu a estimulação do córtex exposto para confirmar o achado de Fritsch-Hitzig em um ser humano. Bartholow foi censurado pelo que foi considerada uma conduta antiética para esta iniciativa. Hoje, tal estimulação do córtex cerebral humano exposto durante o curso da neurocirurgia é comum”.

⁷² No entanto, durante essa "era de ouro" da localização cerebral, havia estudantes do sistema nervoso que, como afirmam Benton e Sivan (2007, p. 144), “[...] se opuseram a essa colocação de numerosas capacidades cognitivas em centros corticais bem delimitados. Eles achavam inconcebível que um agregado restrito de células nervosas pudesse ser sede de uma função intelectual complexa”.

motor do cão e então aplicarem, como Taylor e Gross (2003, p. 335) afirmam, “[...] estimulação galvânica e observar os resultados. Este método de estimulação elétrica envolvia a passagem de uma corrente diretamente de uma bateria por eletrodos para a superfície do cérebro, essencialmente a aplicação de um pulso de corrente direta”. Apesar da sua simplicidade, esse experimento foi um dos eventos mais importantes na história dos estudos sobre o sistema nervoso por representar a intersecção de várias controvérsias existentes na época, como Taylor e Gross (2003, p. 332) exemplificam, “[...] se qualquer parte do sistema nervoso central era eletricamente excitável, se o córtex cerebral era de importância funcional e se a questão contenciosa de se as funções poderiam ser localizadas no cérebro”. Esta demonstração de Fritsch e Hitzig de que o córtex era eletricamente excitável e de que o córtex tinha, de fato, como afirmam Taylor e Gross (2003, p. 332), “[...] uma função significativa, e que havia uma representação topográfica do corpo no córtex, pode ser vista como o início da neurofisiologia moderna”.

Mas além das questões macroscópicas do sistema nervoso, os estudos se tornaram cada vez mais particularizados e menos globais e levados ao nível de seus elementos celulares. Esta questão era anterior ao século XIX e, antes mesmo de Cajal elaborar a sua teoria neuronal, a estrutura microscópica do sistema nervoso já havia despertado o interesse de naturalistas e médicos. Nas ciências do mundo orgânico o surgimento da teoria celular e da teoria neuronal dependeu do desenvolvimento de microscópios⁷³ acromáticos e de micrótomos para que os cortes contendo as seções dos espécimes anatômicos pudessem ser examinadas com maior nível de detalhamento. O físico e matemático britânico e desafeto de *Sir* Isaac Newton, Robert Hooke (1635-1703) pôde observar e dar às menores unidades da matéria orgânica o nome de "células" ao identificar células vegetais com o microscópio. Uma variedade de células animais, incluindo fibras nervosas, foi descrita pelo comerciante de tecidos, cientista e construtor de microscópios holandês Antonius van Leeuwenhoek (1632-1723). O microscópico mundo orgânico se transformou com a introdução de microscópios acromáticos na década de 1830, que possibilitou avanços rápidos nas pesquisas realizadas a partir de então, como a teoria celular desenvolvida no final dessa década por Theodor Schwann (1810-1882), que afirmou que existe, segundo Schwann (1839, p. 196), “[...] um

⁷³ Foi a partir do uso, segundo Ferreira (2013, p. 117), de “[...] novos microscópios e novas técnicas de fixação e coloração das lâminas na segunda metade do século XIX as pesquisas dirigidas à estrutura do sistema nervoso puderam avançar”.

princípio comum de desenvolvimento para as mais diversas partes elementares do organismo, e esse princípio é a formação de células”. Pesquisadores que utilizaram o microscópio no século XVII além de Robert Hooke e Antonius van Leeuwenhoek em suas investigações, de acordo com Ferreira (2013, p. 54), tais como:

[...] Jan Swammerdam (1637-1680), Marcello Malpighi (1628-1694), Nehemiah Grew (1641-1712) [...] entre outros, possibilitaram o conhecimento de um novo mundo no que concerne à investigação dos organismos. O microscópio aperfeiçoado por Leeuwenhoek possuía o poder de ampliar 270 vezes, propiciando a visualização de detalhes de até 1,5 milésimo de milímetro [...].

Mesmo que pesquisadores como Leeuwenhoek tenham feito estudos sobre a estrutura microscópica do sistema nervoso (Figura 9), tais observações não permitem que sejam consideradas estudos neurocientíficos de fato. Apesar disso, esses estudos contribuíram para que ocorresse a formação e a emergência da neurociência enquanto unidade a partir das décadas finais do século XIX e início do XX a partir do advento da teoria neuronal que foi desenvolvida após Cajal começar a usar o método de tincão desenvolvido por Golgi, a *reazione nera*, para corar os tecidos nervosos, o que possibilitou a visualização da morfologia, estrutura e conexões dos neurônios obtidos por meio do estudo das amostras do tecido nervoso, pois como afirma Gross (1987, p. 846), “[...] não foi até o desenvolvimento de lentes acromáticas e métodos de incorporação e coloração em meados do século XIX que o estudo da estrutura fina do sistema nervoso poderia começar”, como será visto a seguir.

Figura 9 - Desenho publicado em 1719 por Leeuwenhoek mostrando parte de um nervo de uma vaca ou carneiro. Um ramo do nervo principal é indicado pela letra G. (Fonte: Finger, 2000, p. 199).

9 - AS TEORIAS PROPOSTAS POR DARWIN E A NEUROCIÊNCIA

Os comportamentos evoluíram de forma a melhorar a aptidão dos seres vivos, seja para a aquisição de alimentos, encontrar abrigo, atrair parceiros ou evitar predadores. E para poder atender a todos desses objetivos o sistema nervoso dos seres vivos evoluiu e se tornou especializado, como afirmam Watson e Platt (2008, p. 3826), “[...] para atender a aspectos importantes do meio ambiente, extrair seu valor preditivo para o sucesso ou fracasso e depois usar essas informações para computar o curso da ação evolutivamente ótimo”. Tradicionalmente, esses mecanismos cerebrais são estudados quanto aos seus papéis evolutivos nos seres vivos para a obtenção de recompensas e evitar as punições. Cajal afirma que ninguém questionaria a extrema importância que o perfeito conhecimento da estrutura do sistema nervoso para o estudo da fisiologia e patologia possui, uma vez que esse sistema é o responsável por estabelecer, de acordo com Cajal (1894, p. 1), “[...] uma relação dinâmica entre os elementos mais distantes do organismo, governando, regulando todas as atividades celulares e fazendo com que conpirem para o objetivo supremo da conservação da vida e das espécies”.

E o processo evolutivo do sistema nervoso resultou em cérebros, como Ferrari et al. (2001, p. 187) afirmam, “[...] com uma abundância de circuitos neurais que podem ser modificados pela experiência”. Cajal chegou a uma conclusão semelhante no século XIX na análise da evolução do sistema nervoso ao conceber em sua obra um sistema nervoso, como afirma Ferreira (2013, p. 282-283), “[...] em que a compreensão funcional do mesmo não se dava exclusivamente no nível celular, mas sim nas conexões que as células estabeleciam com outras numa intrincada rede [...]”. E a ideia de Cajal do sistema nervoso como agente central no processo de criação e de organização dos comportamentos dos seres vivos formou a base que passou a orientar uma boa parte das pesquisas histológicas que começaram a abordar esse tópico sob uma perspectiva evolucionista, segundo Ferreira (2013, p. 283), “[...] acerca da estrutura fina do Sistema Nervoso numa chave evolutiva. Propriedades como sensação, pensamento e vontade são, numa perspectiva estritamente evolutiva, derivadas da evolução do Sistema Nervoso”.

A teoria neuronal foi formulada a partir da descrição detalhada e do estudo dessas estruturas por Cajal e seus alunos e seguidores, o que levou à proposição do

neurônio como a unidade funcional do sistema nervoso (FERREIRA, 2013). Foi durante a década de 1880 que surgiu o interesse pelo estudo dos neurônios sob o ponto de vista dinâmico a partir de questões tais como se os neurônios tinham, de acordo com DeFelipe (2015, p. 6), uma “[...] estrutura fixa ao longo da história do indivíduo, permanecendo imutáveis todos os seus complexos prolongamentos e conexões com outros neurônios, ou os neurônios são elementos dinâmicos, capazes de mover-se constantemente e de mudar suas conexões?”.

Além de Cajal as teorias propostas por Darwin-Wallace influenciaram cientistas como o médico e zoólogo alemão Wilhelm Roux (1850-1924) que em 1881⁷⁴ afirmou que as células, dentro de nossos corpos, assim como nos dos seres vivos, segundo Moreno e Rhiner (2014, p. 16), “[...] competiam por espaço e recursos limitados. Essas "lutas" entre "partes de nossos corpos" ligeiramente variados resultariam na "reprodução seletiva" das mais duráveis e na eliminação de partes menos duráveis (células)”. Com uma linha de raciocínio semelhante ao desenvolvido por Roux, Cajal, de acordo com Moreno e Rhiner (2014, p. 16) “[...] propôs alguns anos mais tarde que os neurônios em desenvolvimento poderiam estar envolvidos em uma luta competitiva por espaço e nutrição [...]”, isto é, que a seleção natural, em relação à histologia do sistema nervoso pode, em última instância, ocorrer no estabelecimento de conexões entre células. Em sua proposição do neurônio como a unidade funcional do sistema nervoso Cajal agregou as teorias evolutivas propostas por Darwin à sua própria interpretação da estrutura do sistema nervoso como o resultado de mecanismos evolutivos, sendo que tal ideia é corroborada pela constatação, como afirma Glick (1982, p. 19), de que “[...] a obra da grande escola histológica espanhola foi evolucionista em seus pressupostos”. Esta escola era integrada por dois grupos inter-relacionados, sendo que o primeiro grupo, associado com Luis Simarro (1851-1921), segundo Glick (1982, p. 19), “[...] se ocupou principalmente com a patologia do Sistema Nervoso, enquanto o segundo, liderado por Santiago Cajal [...] cultivou principalmente a neurohistologia”.

As investigações de Cajal em neurogênese tinham um pressuposto evolutivo, sendo que o desenvolvimento do sistema nervoso foi estudado desde as suas formas embrionárias iniciais até as formas adultas em séries filogenéticas. Quando Cajal publicou no ano de 1883 artigos de divulgação científica em Valencia e Zaragoza, a sua

⁷⁴ *Der Kampf der Theile im Organismus (The Struggle of the Parts in the Organism)*.

mente já estava, segundo Glick (1982, p. 21), “[...] claramente impregnada pela mentalidade e retórica evolucionista que guiariam sua futura carreira de histologista”. Baseado nos resultados dos seus estudos dos tecidos do sistema nervoso, Cajal chegou inclusive ao ponto de propor em sua obra uma classificação da escala zoológica dos seres vivos em termos da ordem evolutiva de aparecimento de tipos de células, onde não pressupunha a existência de ‘saltos’ entre os grupos de animais mencionados, dispostos na seguinte ordem, de acordo com Ferreira, Nogueira e DeFelipe (2014, p. 6), “[...] (1) unicelulares e estruturas esponjosas: era de irritabilidade; (2) celenterados: era dos neurônios fundamentais; (3) invertebrados mais baixos: era dos neurônios de associação; (4) vertebrados: era dos neurônios psicomotores”.

A chave principal da metodologia adotada por Cajal em seus estudos histológicos consistia simplesmente em aplicar ao estudo da histologia do sistema nervoso a ideia, de acordo com Glick (1982, p. 21), “[...] de que o menos diferenciado morfológicamente é filogeneticamente anterior ao mais diferenciado”. E os estudos que propiciaram o desenvolvimento da teoria neuronal começam quando Cajal passa a utilizar a *reazione nera* desenvolvida por Golgi que depois foi modificada por Cajal para melhorar o estudo dos tecidos do sistema nervoso obtido a partir de espécimes de animais com sistemas com um menor nível de complexidade do que a dos humanos e dos vertebrados ou a partir de tecidos de animais jovens dessas espécies, como afirma Cajal (1917, p. 79) no trecho abaixo:

E se o encéfalo e outros órgãos centrais adultos do homem e dos vertebrados são complexos demais para revelar, através desse recurso, seu plano estrutural, por que não aplicar sistematicamente o método aos animais inferiores ou às fases iniciais da evolução ontogenética em que o sistema nervoso deveria oferecer uma organização simples e, por assim dizer, esquemática?

No monumental estudo comparado sobre o sistema nervoso do ser humano e dos vertebrados publicado no final do século XIX, Cajal recorre repetidas vezes a conceitos evolutivos, especialmente ao sintetizar as explicações sobre o material comparado em três leis evolutivas no processo de desenvolvimento do sistema nervoso, as quais são, de acordo com Glick (1982, p. 29-30):

a) a multiplicação dos neurônios, com a finalidade de aumentar as conexões entre diversos órgãos e tecidos; b) a diferenciação morfológica e estrutural dos neurônios para adaptar-se melhor a sua

função de transmissores; c) a unificação ou concentração das massas nervosas, ou lei de conservação do protoplasma e do tempo de condução.

Cajal construiu um argumento firmemente fundamentado nas conclusões derivadas de seus resultados experimentais em favor da teoria neuronal. Baseado nesses resultados, Cajal atribuiu em termos evolutivos ao sistema nervoso, como afirmam Ferreira, Nogueira e DeFelipe (2014, p. 8), “[...] a propriedade de mudar em resposta à relação entre o organismo e seu ambiente”. Tal propriedade foi fundamental para o desenvolvimento das primeiras hipóteses sobre a plasticidade do sistema nervoso que, conforme foi visto anteriormente, é uma propriedade intrinsicamente ligada ao comportamento, uma vez que a plasticidade neural é determinada, de acordo com Ferrari et al. (2001, p. 188), “[...] por interações organismo-ambiente e está diretamente relacionada com a plasticidade comportamental [...]”. Segundo a teoria neuronal de Cajal o sistema nervoso dos seres vivos apresenta a propriedade de mudar nos seus processos de interação com o ambiente e, por conta disso, o conceito de plasticidade assume, de acordo com Ferreira (2013, p. 283), “[...] um papel nuclear e a individualidade da célula nervosa se torna corolário dessa necessidade evolutiva do organismo em seu processo de desenvolvimento, tanto para a ontogênese quanto para a espécie (filogênese)”.

Ao utilizar o termo plasticidade em seu primeiro artigo de grande importância intitulado *Estructura de los centros nerviosos de las aves* publicado em 1888 na Revista Trimestral de Histologia Normal e Patológica, Cajal foi quem provavelmente introduziu o seu uso na história dos estudos que viriam a formar o corpo da neurociência, embora a aplicação do termo plasticidade do sistema nervoso venha sendo amplamente discutida, de acordo com DeFelipe (2015, p. 6), “[...] sem qualquer definição unanimemente aceita pela comunidade científica”. Esta falta de uma definição unânime da utilização do termo faz com que para alguns autores o termo plasticidade neuronal seja usado, como afirma DeFelipe (2015, p. 6), “[...] para se referir unicamente a processos relacionados com a aprendizagem e a memória [...]”, enquanto que para outros autores a palavra plasticidade, segundo DeFelipe⁷⁵ (2015, p. 6), “[...] evoca a natureza mutável e

⁷⁵ O termo plasticidade tem sido utilizado para se referir praticamente, como afirma DeFelipe (2015, p. 6), “[...] a qualquer mudança mais ou menos duradoura que ocorra no sistema nervoso como consequência de uma mudança no ambiente interno ou externo”.

dinâmica do sistema nervoso em qualquer um dos possíveis ângulos de seu estudo - morfológico, molecular, fisiológico e genético”.

Discussões a parte, a plasticidade era o conceito que Cajal empregava em seus estudos já convencido pelas observações que fizera ao longo dos anos de que a arquitetura cortical não era uma estrutura rígida e de que por trás disso deveria haver algum fator histológico variável, como afirma DeFelipe (2015, p. 7), “[...] relacionado com os processos mentais, ainda que não descartasse a possibilidade de que poderiam dever-se, em parte, a mecanismos físico-químicos”. Passado somente um ano utilizando o método⁷⁶ desenvolvido por Golgi em seus estudos do sistema nervoso, Cajal (1888, p. 9) publicou que:

O primeiro resultado coletado nas preparações do cerebelo das aves é de que nestes seres, como nos mamíferos, as células nervosas não se anastomosam diretamente, ou seja, por suas expansões protoplasmáticas. Este fenômeno, que tanto contraria nossas hipóteses fisiológicas e anatômicas, sobre as conexões dos centros nervosos, não escapou à Golgi, que de alguma maneira procura explicá-lo, estabelecendo que no seio da substância cinza dos centros, uma rede de expansões axilares (os ramos das prolongações de Deiters) que denomina rede difusa, e pela qual poderiam enlaçar-se as células de um modo indireto.

É também neste artigo que Cajal descreve a existência de estruturas observadas na superfície dos dendritos das células de Purkinje, as quais aparecem para Cajal (1888, p. 4) “[...] eriçadas com pontas ou espinhas⁷⁷ curtas, as quais em sua ramificação terminal estão representadas por ligeiras asperezas”. A princípio Cajal acreditava que essas “asperezas” eram, na verdade, o resultado, de acordo com Cajal (1888, p. 4-5)⁷⁸, “[...] de uma precipitação tumultuosa da prata; mas a constância de sua existência e sua presença, mesmo nas preparações em que a reação aparece com grande delicadeza nos

⁷⁶ O aproveitamento do método de Golgi por Cajal foi intensificado pela sua decisão de adotar o sistema nervoso ainda em desenvolvimento como o seu principal objeto de estudo. Em desenvolvimento, as células nervosas, ainda pequenas, mostram-se integralmente ao microscópio em uma única lâmina, e mesmo circuitos inteiros podem ser estudados.

⁷⁷ Um dos achados de Cajal, as espinhas dendríticas são, de acordo com Lent (2010, p. 165), “[...] pequenas protrusões que emergem dos troncos dendríticos, formadas por um talo fino com extremidade esferoide [...]”. Desde então se suspeitou que as espinhas dendríticas podiam estar envolvidas em fenômenos plásticos, já que as evidências foram se acumulando e comprovando que essas protrusões, como afirma Lent (2010, p. 165), “[...] constituem compartimentos privilegiados de sinapses excitatórias (glutamatérgicas), que se multiplicam em número quando o ambiente da gaiola de animais experimentais é enriquecido com objetos, cores, mecanismos móveis e outros elementos, e que são escassas em crianças com retardo mental”.

⁷⁸ No artigo original trata-se da nota de rodapé (3).

demais elementos, nos inclina a estimá-las como disposição normal”. As espinhas dendríticas, desde então e até os dias atuais têm sido objeto de uma intensa investigação, segundo DeFelipe (2005a, p. 4), “[...] por representar os elementos chaves na fisiologia da célula piramidal (o tipo mais abundante do córtex cerebral) e por estarem relacionadas com diversos fenômenos de plasticidade cerebral” (Figura 10).

Figura 10 - Ilustrações originais de Cajal, exibindo espinhos dendríticos de uma célula cerebelar de Purkinje, extraídos do material de Golgi (Ramón y Cajal, 1899, *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*).

Esse achado histológico só foi possível com a utilização da *reazione nera*, que possibilitou, de acordo com DeFelipe (2005a, p. 12), “[...] a caracterização e identificação de diversos tipos de células nervosas e a análise morfológica detalhada [...]”. Cajal conheceu o método, segundo Ch (2011, p. 133), “[...] de coloração cromo-argêntea de Golgi em 1887, durante uma visita em Madrid ao laboratório de um antigo companheiro, Luis Simarro⁷⁹, jovem investigador recém-chegado de Paris”. Simarro mostrou a Cajal algumas de suas preparações impregnadas com o uso desse método de tinção histológica, o que deixou Cajal impressionado e deu início ao uso do método desenvolvido por Golgi em seu próprio laboratório (CARLOS; BORREL, 2007). Nessa época Cajal era professor em Valencia, onde passou a aperfeiçoar o método original de Golgi (CH, 2011). Isso ocorreu porque apesar da *reazione nera* apresentar inúmeras vantagens, ela era bastante imprevisível. Cajal chega à conclusão de que se quisesse entender melhor o sistema nervoso, como afirmam Carlos e Borrel (2007, p. 9):

[...] teria que definir mais estritamente as condições da reação cromoprata e adaptá-las a cada circunstância particular. Ele modificou o método, variando o tempo de imersão do tecido na solução ósmio-

⁷⁹ Simarro e Cajal haviam se conhecido anos antes, de acordo com Ch (2011, p. 133), “[...] na cátedra de Histologia da Universidade Central de Madrid, presidida por Aureliano Maestre de San Juan, onde haviam compartilhado seu interesse por neurohistologia”.

bicrômica de acordo com a estrutura nervosa que ele desejava estudar, o animal que ele estava usando e a idade do animal.

Foi quando Cajal introduziu a modificação de proceder a dupla e tripla impregnação do tecido, procedimento que, de acordo com Ch (2011, p. 133), “[...] reduzia o tempo de preparação e lograva colorir o tecido cortado em blocos de alguns milímetros. Este método, aplicado aos embriões, produzia boas colorações, era mais estável e permitia estudar o desenvolvimento das células nervosas”. Após passar quatro anos realizando intensivamente sua pesquisa sobre a organização do sistema nervoso aplicando o método de tinção desenvolvido por Golgi e modificada por ele, Cajal se sentiu em condições de realizar a sua primeira revisão sobre a plasticidade do sistema nervoso, pois considerava que o conceito de plasticidade do sistema nervoso era o que garantia uma maior eficiência adaptativa aos organismos vivos. Cajal usa uma metáfora para aludir à plasticidade do sistema nervoso na *Croonian Lectures*⁸⁰, quando Cajal (1894, p. 467-468) afirmou:

Se não tivéssemos medo de abusar das comparações, defenderíamos nossa concepção dizendo que o córtex do cérebro é como um jardim de inúmeras árvores, as células piramidais, que, graças a um cultivo inteligente, podem multiplicar seus ramos para penetrar ainda mais suas raízes e produzir flores e frutos cada vez mais variados e requintados.

Apoiando-se no conceito de plasticidade do sistema nervoso, Cajal expôs em um artigo de 1888 a sua hipótese sobre a *gimnasia cerebral*, segundo DeFelipe (2015, p. 8), “[...] como um mecanismo para multiplicar as conexões nervosas e assim melhorar a capacidade do cérebro”. Em outro artigo publicado em 1894, Cajal voltou ao assunto ao enunciar sobre a *gimnasia cerebral* da clara possibilidade do aumento das conexões neuronais serem um mecanismo plástico em resposta a um estímulo continuado, pois como afirma Cajal (1894):

[...] pode ser admitido como muito provável que o exercício mental desperte nas regiões cerebrais mais solicitadas um maior desenvolvimento do aparato [dendrítico] protoplasmático e do sistema de colaterais nervoso. Desse modo, as associações já estabelecidas

⁸⁰ As *Croonian Lectures* são prestigiadas palestras apresentadas a convite da *Royal Society* e do *Royal College of Physicians* que começaram em 1738.

entre certos grupos de células seriam notavelmente revigoradas por meio da multiplicação dos ramos terminais dos apêndices protoplasmáticos e das colaterais nervosas; mas, além disso, graças à neoformação de expansões colaterais e protoplasmáticas, as conexões intercelulares poderiam ser estabelecidas completamente de novo.

A hipótese da *gimnasia cerebral* se baseava na convicção que Cajal tinha sobre as terminações livres das prolongações nervosas. E foi na reedição desse artigo de 1894 que Cajal expôs a ideia da grande importância, de acordo com DeFelipe (2015, p. 10), “[...] que tem o meio ambiente no desenvolvimento e função do cérebro, hipótese amplamente aceita atualmente”. A partir das observações sistemáticas de amostras dos tecidos do sistema nervoso dos animais e dos humanos e dos vários achados histológicos obtidos, Cajal pôde desenvolver, de acordo com Kandel et al. (2014, p. 6, grifo dos autores), “[...] alguns conceitos-chaves e muitas das evidências iniciais para a *doutrina neuronal* – o princípio de que neurônios individuais são os blocos construtivos elementares e os elementos sinalizadores do Sistema Nervoso”. Desta forma, a unificação dos estudos do sistema nervoso somente ocorreu nas décadas finais do século XIX a partir do advento da teoria neuronal, reconhecida como uma contribuição de Cajal para a unidade dos estudos que deram origem à neurociência. Todo o trabalho desenvolvido na elaboração da teoria neuronal somente se tornou possível graças à interpretação correta de Cajal das imagens microscópicas que obteve utilizando o método de tingimento dos tecidos nervosos desenvolvido por Golgi para a visualização das amostras do tecido nervoso, a *reazione nera*, pois antes dos estudos realizados por Cajal, o conhecimento das estruturas e, por conseguinte, das funções do sistema nervoso ainda era bastante rudimentar, sendo que a principal razão por esta falta de informações se devia ao fato de que com as técnicas histológicas disponíveis antes do desenvolvimento da *reazione nera* para a visualização dos neurônios, de acordo com DeFelipe (2005, p. 11), “[...] era incompleta, pois muitas vezes só se podia observar o soma e as partes proximais dos dendritos e o axônio”, panorama que se modifica após a publicação do histórico artigo do método de tingimento desenvolvida por Golgi na *Gazzeta Medica Italiani* no ano de 1873 em que é descrito como obter a *reazione nera*, como afirma Golgi (1873, p. 90) no trecho:

Valendo-me do método, descobri, da cor negra dos elementos do cérebro, a coloração que se obteve através da imersão prolongada dos pedaços, previamente endurecidos com o bicromato de potássio ou amônia, em uma solução de 0,50 ou 1% de nitrato de prata, me foi

possível descobrir, em torno da estrutura da matéria cinzenta do cérebro, alguns fatos que eu acredito merecedores de serem comunicados em breve.

O método de tingimento de Golgi, que foi por ele denominado de *reazione nera*, possibilitava que pela primeira vez na história fosse possível observar, de acordo com DeFelipe (2005a, p. 11-12), “[...] em uma preparação histológica as células nervosas e as células neurogliais com todas as suas partes (corpo celular, dendritos e axônio no caso dos neurônios; corpo celular e prolongações, no caso da neuroglia)”. Outra vantagem desse método era que em uma mesma preparação histológica corada havia a presença de várias células de uma vez, mas em um número relativamente pequeno, segundo DeFelipe (2005a, p. 11-12) “[...] de tal forma que permitia examinar as células nervosas individualmente e estudar suas possíveis conexões”. É justamente depois de conhecer o método de Golgi que se inicia o segundo período da carreira científica de Cajal (dividida em três períodos históricos) entre os anos de 1887 e 1903, caracterizado, de acordo com DeFelipe (2005a, p. 10):

[...] por uma intensa atividade investigadora, aplicando o método de Golgi ao estudo de praticamente todo o sistema nervoso. Sua obra-prima neste período é a *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados* [...], uma obra clássica da neurociência, onde Cajal resume seus trabalhos de investigação que representaram o nascimento da neurociência moderna [...].

Entretanto, apesar da importância de seus estudos e achados histológicos, Cajal ainda era no início desse segundo período de sua vida, no meio acadêmico, como afirma Ch (2011, p. 134), “[...] praticamente um desconhecido: era necessário publicar em meios de ampla circulação e em alemão ou em francês, as línguas mais difundidas no mundo científico de seu tempo”. É neste momento que Cajal acaba se encontrando com o respeitado anatomista Albert von Kölliker⁸¹ (1817-1905), que desempenhou um papel determinante na divulgação e aceitação dos trabalhos de Cajal. Antes de conhecer Cajal, Kölliker realizara uma visita ao laboratório de Golgi em 1887 a fim de conhecer a técnica da *reazione nera* desenvolvida pelo cientista italiano, mas não logrou êxito ao tentar, por si mesmo, reproduzi-la em seu laboratório. Mas dois anos mais tarde Kölliker conhece Cajal no Congresso Anatômico de Berlim realizado em 1889, e a

⁸¹ Kölliker é considerado o “pai” da anatomia alemã por publicar o primeiro livro de texto de histologia humana, *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*, em 1852.

situação começa a mudar para Cajal que, conhecedor da fama de Kölliker, aproveitou a oportunidade para mostrar-lhe as suas preparações histológicas do sistema nervoso coradas com a utilização do método de Golgi. Kölliker apreciou o trabalho de Cajal e, após aprender a utilizar com êxito a *reazione nera*, pôde comprovar pessoalmente⁸² os achados do pesquisador espanhol, o que influenciou a decisão tomada por parte de Kölliker de renunciar a sua adesão à teoria reticularista vigente, defendida por Golgi dentre outros, e passar a divulgar a teoria neuronal no meio acadêmico europeu.

A consequência imediata da aceitação e divulgação da teoria neuronal por Kölliker foi que quase todos os maiores estudiosos do sistema nervoso da Europa passaram a levar em consideração os conceitos desenvolvidos a partir dos achados histológicos de Cajal na realização dos seus estudos e, conseqüentemente, aderiram a essa nova interpretação da estrutura do sistema nervoso, que era até então dominada pela teoria reticularista. Assim, em 1890 já estavam assentadas as bases da anatomia microscópica do sistema nervoso, as quais eram, de acordo com Ch (2011, p. 135), “[...] a independência dos neurônios, a estrutura de vários centros nervosos, a classificação da tipologia das células nervosas, assim como os conceitos fundamentais de seu funcionamento”. Essa mudança de paradigma graças aos resultados obtidos por meio do uso do método da *reazione nera* desenvolvido por Golgi e modificado por Cajal fez com que o método se convertesse, segundo Ch (2011, p. 136), “[...] em uma ferramenta de trabalho de todos os laboratórios histológicos de seu tempo”. Tanto Cajal como Golgi foram reconhecidos pelo mundo científico com o recebimento do Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina em 1906 pelas contribuições de ambos para o estudo da estrutura do sistema nervoso. Mas na época a teoria neuronal era alvo de ataques de Golgi, um ferrenho defensor da teoria reticularista, fato que ficou mais do que patente na cerimônia da entrega do prêmio.

No seu discurso intitulado *La doctrina de la neurona: teoría y hechos*, Golgi defendeu a abordagem reticularista e atacou frontalmente as hipóteses postuladas por Cajal na teoria neuronal. O discurso causou surpresa no público presente no auditório do Instituto Karolinska, pois para atacar a teoria neuronal Golgi afirma que considera a teoria de Cajal, de acordo com Torres-Fernández (2006, p. 501), “[...] uma proposta teórica espirituosa sem suficiente demonstração experimental”. Foi um contraste

⁸² A comprovação dos achados era uma prática usual, segundo Ch (2011, p. 135), “[...] não bastava publicar uma monografia ou um desenho que reproduzisse as observações do microscópio: cada laboratório e escola repetia o processo até o convencimento, para aceitar uma nova verdade”.

gritante com o discurso proferido por Cajal intitulado *Estructura y conexiones de las neuronas* em que Cajal faz uma defesa apaixonada baseada em uma detalhada exposição do desenvolvimento experimental próprio que conduziu até chegar aos postulados da teoria neuronal. A conferência de Cajal tinha o estilo de um seminário moderno, para Torres-Fernández (2006, p. 501-502), “[...] em que o proponente resume brevemente seus trabalhos anteriores e, em seguida, apresenta seus achados e interpretações mais recentes de acordo com os últimos avanços técnicos”.

Um dos pontos fortes da investigação científica é que ela pode, de acordo com Williams (1996, p. 20), “[...] progredir com uma mistura de empirismo, intuição e teoria formal que se adapte à conveniência do investigador. Muitas ciências desenvolvem-se por algum tempo como exercícios de descrição e generalização empírica”, como foi o caso da Neurociência, pois, como Ferreira (2013, p. 8) afirma, “[...] a historiografia da neurociência não entende que possamos falar em uma neurociência, em termos de unidade, anterior ao século XIX” já que é somente mais tarde que as investigações científicas adquirem, de acordo com Williams (1996, p. 20), “[...] conexões racionais dentro de si e com outros ramos do conhecimento. Muitas coisas sobre anatomia humana e os movimentos dos planetas eram conhecidas cientificamente antes de serem cientificamente explicados”, que foi o que ocorreu com relação aos estudos do sistema nervoso como a de Cajal que possibilitou o nascimento da neurociência como novo campo de pesquisa, sendo que, de acordo com DeFelipe (2005b, p. 214), “[...] nossos conhecimentos atuais sobre o sistema nervoso, em geral, e do cérebro, em particular, são o resultado do trabalho coletivo de um bom número de cientistas [...]”.

Mais de um século após os estudos realizados por Cajal em histologia e pelo médico e fisiologista britânico Charles Scott Sherrington (1857-1952)⁸³,⁸⁴ em neurofisiologia, está mais do que claro que o sistema nervoso é, segundo Yuste (2015, p. 2), “[...] construído a partir de neurônios individuais e que as suas respostas podem ser correlacionadas com estímulos sensoriais particulares, ações motoras e comportamentos”. Sherrington incorporou as noções de Cajal em seus estudos, como afirmam Albright et al. (2001, p. 13), “[...] da doutrina dos neurônios, da polarização dinâmica e da sinapse em seu livro *The Integrative Action of the Nervous System*

⁸³ Além do termo sinapse, Sherrington, que recebeu o prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1932, também criou a expressão transmissão sináptica, definida por Lent (2010, p. 114) “[...] como a passagem de informação através da sinapse [...]”.

⁸⁴ Historicamente Kandel et al. (2014, p. 1379) afirmam que talvez “[...] a primeira tentativa de explicar o comportamento em termos de conectividade sináptica tenha sido o arco reflexo de Sherrington”.

(1906). Esta monografia estendeu o pensamento sobre a função das células nervosas ao nível de comportamento”. Sherrington assinalou que a função-chave do sistema nervoso era, de acordo com Albright et al. (2001, p. 13), “[...] a integração; o sistema nervoso era singularmente capaz de ponderar as consequências de diferentes tipos de informação e, em seguida, decidir sobre um curso de ação adequado com base nessa avaliação”. Foi Sherrington quem criou o termo sinapse para explicar as evidências neurofisiológicas que obtivera a partir de suas observações, como Sherrington (1906, p. 18) relata:

Portanto, parece provável que o nexa entre neurônio e neurônio no arco reflexo, pelo menos no arco espinhal do vertebrado, envolva uma superfície de separação entre neurônio e neurônio; e isso como uma membrana transversal através do condutor deve ser um elemento importante na condução intercelular. Os caracteres que distinguem a condução do arco reflexo da condução nervo-tronco podem, portanto, ser em grande parte devido às barreiras intercelulares, membranas transversais delicadas, no primeiro. Em vista, portanto, da importância provável fisiologicamente deste modo de nexa entre neurônio e neurônio é conveniente ter um termo para ele. O termo introduzido foi sinapse.

Sherrington ilustrou a capacidade integradora do sistema nervoso de três maneiras por meio da discussão sobre os mecanismos do arco reflexo enquanto manifestação do comportamento e da ação das sinapses, pois Sherrington, de acordo com Albright et al. (2001, p. 13):

Primeiro, apontou que as ações reflexas servem como exemplos prototípicos de integração comportamental; eles representam um comportamento coordenado e proposital em resposta a uma entrada específica. Por exemplo, no reflexo de retirada de flexão e de extensão cruzado, um membro estimulado flexionará e se retirará rapidamente em resposta a um estímulo doloroso enquanto, como parte de um ajuste postural, o membro oposto se estenderá. Em segundo lugar, uma vez que cada reflexo espinhal - não importa quão complexo - usou o neurônio motor na medula espinhal para sua saída, Sherrington desenvolveu a ideia de que o neurônio motor era o caminho comum final para as ações integrativas do sistema nervoso. Finalmente, Sherrington descobriu - o que Ramón y Cajal não podia inferir - que nem todas as ações sinápticas eram excitatórias; alguns podiam ser inibitórias.

Mas dentre todos os pesquisadores que contribuíram para o conhecimento atual sobre o sistema nervoso se destaca a figura de Cajal, uma vez que o surgimento da neurociência é descrito como resultante das suas investigações que, segundo DeFelipe

(2005b, p. 214), “[...] contribuíram de forma muito mais decisiva na criação da atmosfera científica necessária para o nascimento da neurociência moderna”. Desta forma, a unificação dos estudos do sistema nervoso somente ocorreu nas décadas finais do século XIX a partir do advento da teoria neuronal proposta por Cajal, cuja entrada em cena no mundo dos estudos do sistema nervoso provocou uma mudança radical no curso da história da futura neurociência enquanto disciplina, porque diferentemente de outros grandes investigadores Cajal se destaca porque, segundo DeFelipe (2005a, p. 9), “[...] não realizou um só grande descobrimento, senão que realizou numerosas e importantes contribuições ao conhecimento da estrutura e função do sistema nervoso”. Este capítulo⁸⁵ da história da neurociência ilustra para Ch (2011, p. 131) “[...] um exemplo de um paradigma científico, no qual um investigador estabelece uma postura, a Teoria neuronal, contrária às verdades estabelecidas, a Teoria reticular”.

⁸⁵ Neste caso em particular Ch (2011, p. 131) afirma que “[...] há uma relação estreita entre a ciência e a tecnologia: os avanços técnicos: microscópios mais potentes, micrótomos, métodos de tinação e abordagens metodológicas inovadoras [...]”.

10 - CONCLUSÃO

O cérebro é o principal arquiteto, orquestrador e motorista do comportamento; O comportamento, por sua vez, é a principal função do cérebro. Assim, se o problema da neurociência é entender a função cerebral, o sucesso depende não só de explicar como os sistemas neurais funcionam, mas de relacionar isso com o comportamento de forma sistemática. Assim, os dados comportamentais não são simplesmente uma ferramenta para ajudar os neurocientistas a interpretar os dados cerebrais, mas também o problema fundamental da neurociência.

Roche; Commins e Dockree

O início dos estudos sobre o comportamento animal no século XIX começa a ser desenvolvido dentro de um novo quadro conceitual originado a partir das teorias propostas por Darwin-Wallace que abriram a possibilidade de se estudar o comportamento sob uma perspectiva evolutiva. Desde a primeira publicação de *The Origin of Species* em 1859 o valor científico das teorias darwinianas marcaram o início, segundo Ghiselin (2009, p. 7), de “[...] uma revolução em nosso pensamento que ainda está ganhando impulso. [...] Embora bem escrito e destinado a um público amplo, é tudo menos uma peça de literatura leve. Desafia o leitor a estudar e refletir”. Esse aspecto revolucionário do pensamento de Darwin está relacionado as suas implicações que promoveram a substituição de uma visão de mundo divinamente controlado por uma em que o mundo passa a ser operado de acordo com as leis da natureza. E é neste contexto que os britânicos Spalding, Romanes e Morgan iniciam as pesquisas em Psicologia Comparada que despertaram o interesse de pesquisadores dos Estados Unidos da América como Thorndike e Skinner.

As pesquisas do comportamento animal partiam da observação, avaliação e experimentação dos pesquisadores em busca de explicações para os mecanismos subjacentes aos comportamentos característicos das diferentes espécies de animais em seus ambientes naturais ou em ambientes que oferecessem as condições e os estímulos necessários para que manifestassem os seus comportamentos naturalmente, caso dos ‘precursores’ da Etologia como Whitman e Heinroth no final do século XIX e início do XX e dos etólogos Lorenz e Tinbergen na década de 1930, ou dos pesquisadores interessados no estudo de aspectos do comportamento como o processo de

aprendizagem realizadas com a utilização de poucas espécies (como gatos, cães, ratos, pombos) que eram estudadas fora do seu ambiente natural em locais como laboratórios sob condições ambientais monitoradas para a obtenção de um melhor controle das variáveis, como nos casos de Thorndike e Skinner. Apesar de todas essas diferenças quanto às questões teóricas, metodológicas e aos aspectos comportamentais estudados, um ponto em comum se destaca entre a maior parte desses pesquisadores, o de que não havia na época em que realizaram as suas pesquisas uma maior vinculação dos estudos realizados quanto ao papel da atividade do sistema nervoso com relação aos comportamentos dos animais observados e estudados em seu ambiente natural ou nos laboratórios.

Por exemplo, os principais trabalhos realizados por Lorenz e Tinbergen na década de 1930-1940 foram desenvolvidos basicamente a partir da observação e realização de experimentos para a elaboração dos mecanismos e das teorias subjacentes ao comportamento dos animais e com uma fundamentação teórica superficial quanto às atividades do sistema nervoso envolvidas nos comportamentos manifestados. Lorenz, por exemplo, afirma em seus estudos que o conhecimento que possuía quanto ao papel funcional do sistema nervoso na expressão do comportamento era, antes de qualquer coisa, o resultado do que ele havia estudado normalmente durante a sua formação acadêmica. Tinbergen por sua vez admite no capítulo V do livro *The study of instinct* que em uma tentativa de sintetizar o conceito de instinto o define como um mecanismo neurofisiológico hierarquicamente organizado e suscetível a certos tipos de impulsos e onde esse mecanismo seria responsável pela liberação e pelo direcionamento desses impulsos, que poderiam ser tanto de origem interna como externa, e onde as respostas a esses impulsos ocorriam por meio da execução de movimentos coordenados que contribuiriam para a manutenção dos indivíduos e das espécies.

Uma hipótese provável a fim de esclarecer essa questão quanto a pouca aderência dos pesquisadores do comportamento animal à ideia de associar o comportamento com o funcionamento do sistema nervoso é que a mesma não foi o resultado de um ato deliberado de negligência por parte desses indivíduos, mas sim uma decorrência das dificuldades de acesso aos resultados das pesquisas que aconteciam em vários pontos e laboratórios do mundo que se dedicavam a diferentes estudos (citológicos, histológicos, químicos, neurofisiológicos, médicos) do sistema nervoso. Esta não era uma tarefa simples ao considerar-se que os inícios dos estudos do comportamento animal já ocorreram a mais de um século, aliados ao fato de que os

estudos do sistema nervoso estarem em um processo de unificação nessa época a partir da teoria neuronal proposta por Ramón y Cajal no final do século XIX que, como visto anteriormente, prerroga a existência da unidade básica do sistema nervoso, o neurônio, elemento orientador que passa a marcar o início dessa unificação. No início do século XX, os estudos do sistema nervoso ainda estavam ‘engatinhando’ e pouco se sabia sobre os principais elementos celulares do sistema nervoso, os neurônios e as células gliais, sobre como acontecia a comunicação entre os neurônios nas sinapses referenciadas por Sherrington, sobre o que acontecia nos substratos dos comportamentos estimulados eletricamente e a extensão dos danos neurológicos de lesões cerebrais como no caso de Phineas Gage. Os mecanismos pelos quais esses diversos fenômenos aconteciam ainda eram desconhecidos, e como todos esses elementos se interligam para a manifestação do comportamento é ainda uma questão que os cientistas ainda enfrentam no século XXI.

O que é seguramente possível de se afirmar sobre os primeiros estudos relacionando diretamente a atividade neural com o comportamento é que estes se iniciaram somente no final da década de 1940 com os psicólogos cognitivistas como, por exemplo, o biólogo e psicólogo suíço Jean William Fritz Piaget (1896-1980), que desenvolveu uma teoria do conhecimento centrada no desenvolvimento natural da criança e que denominou de Epistemologia Genética, e o neuropsicólogo canadense Donald Olding Hebb (1904-1985) para quem as conexões sinápticas eram as bases responsáveis pelas associações mentais, indo além do connexionismo proposto pelos psicólogos comparados e do condicionamento do Behaviorismo. A teoria mais influente de Hebb está no livro *The Organization of Behavior* (1949) onde Hebb introduziu os conceitos de ‘plasticidade sináptica’ e das ‘assembleias de células’ nervosas para dar conta dos eventos neurais subjacentes ao comportamento, o que acabou estabelecendo uma base biológica para fenômenos psicológicos ao relacionar os conceitos psicológicos à atividade neurofisiológica, ideias que revolucionaram a Psicologia (BROWN, 2006).

Foi a partir da teoria de Lorente de Nó⁸⁶ dos circuitos nervosos recorrentes (reverberantes) que Hebb desenvolveu sua ideia de ‘redes’, que mais tarde chamou de “assembleias de células” (BROWN, 2006). Hebb descreveu a ideia principal do

⁸⁶ Rafael Lorente de Nó (1902-1990), o mais jovem dos discípulos de Ramón y Cajal, foi um dos pesquisadores mais influentes do século XX na Neurociência. Duas contribuições fundamentais de Lorente de Nó à neurobiologia foram a organização intrínseca do córtex cerebral de mamíferos e a fisiologia básica dos processos neuronais (LARRIVA-SAHD, 2014).

postulado neurofisiológico da plasticidade sináptica hebbiana, segundo o qual se assumirmos que a persistência ou a repetição de uma atividade reverberatória (que Hebb chama de ‘traço’) tende a induzir mudanças celulares duradouras que aumentam a sua estabilidade. Tal postulado pode ser definido quando um axônio de um neurônio A está próximo o suficiente para excitar um neurônio B de forma a, segundo Hebb (1949, p. 65), “[...] repetidamente ou persistentemente tomar parte em dispará-la, algum processo de crescimento ou mudança metabólica ocorre em uma ou ambas as células de maneira que a eficiência de A, assim como uma das células que fazem B disparar, é aumentada”. A hipótese de Hebb foi verificada décadas mais tarde com a descoberta da potenciação de longa duração, ou LTP⁸⁷ (do inglês *long-term potentiation*), que logo passou a ser considerado um dos mecanismos moleculares da memória dos vertebrados.

O aspecto mais fundamental do que o próprio percurso no processo de construção histórica apresentada nesta tese foi concluir que por meio da História da Ciência o processo de construção do conhecimento de uma nova área científica pode ser revista a partir do rastreamento dos processos históricos nos quais se formaram os conceitos que ajudaram a organizar o conhecimento disponível em princípios gerais que legitimam essa nova área e que passam a orientar as pesquisas futuras. Esta é certamente a contribuição mais significativa desta tese para a História da Neurociência e da Etologia obtida por meio de uma pesquisa que não pode se limitar tão somente ao contexto histórico da época no qual teve início o processo de formação dos conceitos organizativos dos conhecimentos que vieram a constituir os princípios gerais de cada uma dessas Ciências. Foi preciso ir além e revisitar e avançar na História para uma maior compreensão de algumas das questões envolvidas no processo de desenvolvimento dos conceitos iniciais da Neurociência e da Etologia fossem mais bem compreendidas quanto as suas origens dentro do *corpus* tão diversificado que constitui a Ciência.

Neste contexto a História da Ciência deve protagonizar os processos de formação e de fortalecimento do espírito crítico das pessoas para que estas se tornem agentes capazes de impedir, de acordo com Martins (1998, p. 18), “[...] a adoção de uma visão anticientificista de que todo conhecimento nada mais é do que mera opinião, que

⁸⁷ A LTP e a memória podem ser caracterizadas pelo seu curso temporal comum, pois ambas têm uma curta fase inicial, de acordo com Lent (2010, p. 170), “[...] que dura alguns minutos, uma fase precoce de algumas horas, e uma fase tardia de várias horas, semanas, ou até uma vida inteira (no caso da memória). Um atributo de ambas é a sua dependência de síntese de RNA e de proteínas para chegar à fase tardia [...]”.

todas as ideias são equivalentes e que não há motivo para aceitar as concepções científicas”, pois esta visão anticientificista só promove o alfabetismo científico e a proliferação das pseudociências.

REFERÊNCIAS⁸⁸

ADES, C. **Uma Perspectiva Psicoetológica para o Estudo do Comportamento Animal**. Boletim de Psicologia, São Paulo, V. 36, N° 85, p. 20-30, 1986.

_____. **O Morcego, Outros Bichos e a Questão da Consciência Animal**. Psicologia da USP, São Paulo, v. 8, nº 2, p. 129-158, 1997. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/psicousp/article/view/107591/106010>>. Acesso em: 07 maio 2015.

_____. **Cucos, formigas, abelhas e a evolução dos instintos**. Bol. Mus. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 7, nº 1, p. 179-194, jan. - abr. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bgoeldi/v7n1/a12v7n1.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

ALBRIGHT, T. D.; JESSELL, T. M.; KANDEL, E. R.; POSNER, M. I. **Progress in the Neural Sciences in the Century after Cajal (and the Mysteries That Remain)**. Annals of the New York Academy of Sciences, p. 11-40, 2001. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05704.x/epdf>>. Acesso em: 04 set. 2016.

ÁLVAREZ, F. Una historia de la Etología. In: CARRANZA, J. (Ed.). **Etología - Introducción a la Ciencia del Comportamiento**. Universidad de Extremadura, Cáceres, Espanha, 591 p, 1994. Disponível em: <<http://dehesa.unex.es/handle/10662/5951>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

ARCANJO, F. G.; SILVA, E. P. **Pangênese, genes, epigênese**. História, Ciências, Saúde-Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 24, nº 3, p. 707-726, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702017000300707#B20>. Acesso em: 08 jul. 2016.

ARISTÓTELES. **História dos Animais** - Livros I-VI. Imprensa Nacional, Casa da Moeda, 328 p, Janeiro de 2006. Disponível em: <<http://www.obrasdearistoteles.net/files/volumes/0000000026.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BAGNO, M. Fábulas fabulosas. In: CARVALHO, M. A. F. de; MENDONÇA, R. H. (orgs.). **Práticas de leitura e escrita**. Brasília: Ministério da Educação, 180 p, 2006. Disponível em: <http://files.brejojodigital.webnode.com/200000056-b7398b833c/livro_salto_praticas_de_leitura_e_escrita.pdf#page=51>. Acesso em: 27 jun. 2016.

BATESON, P. What must be known in order to understand imprinting? In: HEYES, C.; HUBER, L. (Eds.). **The Evolution of Cognition**. Cambridge, Massachussets: The MIT Press, p. 85-102, 2000. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=7D40mLDJco8C&pg=PA85&lpg=PA85&dq=%22What+must+be+known+in+order+to+understand+imprinting%22&source=bl&ot>>

⁸⁸ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 6023).

s=a5OhA-d-Gx&sig=O6km_nO9OUvggYL4RgDJMF2K0S8&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjVjteWw-bNAhVGH5AKHTaIDOEQ6AEIzAB#v=onepage&q=%22What%20must%20be%20known%20in%20order%20to%20understand%20imprinting%3F%22&f=false>. Acesso em: 08 jul. 2016.

_____. Adaptability in Evolution. In: **Behaviour, Development and Evolution**, pp. 101-114, 2017. Cambridge: Open Book Publishers. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/j.ctt1sq5tz0.13.pdf?ab_segments=0%252Fdefault-2%252Fcontrol&refreqid=excelsior%3A6350a049c91d8e88c999990afc77ae99>. Acesso em: 08 jul. 2016.

BEAR, M.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências**: desvendando o sistema nervoso. Porto Alegre: Artmed, 2002, 855 p.

BEER, C. G. *Ethology - The zoologist's approach to behaviour*. Tuatara: Journal of the Biological Society, v. 11, issue 3, september 1963. Disponível em: <<http://nzetc.victoria.ac.nz/tm/scholarly/tei-Bio11Tuat03-t1-body-d3.html>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

BEKOFF, M. **Animal Passions and Beastly Virtues**: Cognitive Ethology as the Unifying Science for Understanding the Subjective, Emotional, Empathic, and Moral Lives of Animals. Zygon: Journal of Religion and Science, v. 41, n° 1, p. 71-104, March 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9744.2006.00727.x/epdf>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

_____. **A vida emocional dos animais**. Alegria, tristeza e empatia nos animais. Um estudo científico capaz de transformar a maneira como os vemos e os tratamos. 208 p, 2010. São Paulo: Editora Cultrix.

BENTON, A. L.; SIVAN, A. B. **Clinical Neuropsychology**: A Brief History. Disease-a-Month, V. 53, Issue 3, p. 142-147, March 2007. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0011502907000247/1-s2.0-S0011502907000247-main.pdf?_tid=dcc9bf38-fcf4-11e6-8776-00000aabb0f6b&acdnat=1488204108_560eaa561f86a99290dbe69f1632b7e8>. Acesso em: 6 out. 2016.

BIZZO, N. **A teoria genética de Charles Darwin e sua oposição ao mendelismo**. Filosofia e História da Biologia, v. 3, p. 317-333, 2008. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-03/FHB-v03-17-Nelio-Bizzo.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2016.

BLANCO, C. **Historia De La Neurociencia** – El conocimiento del cérebro y la mente desde uma perspectiva interdisciplinar. Madrid: Biblioteca Nueva, Colección Fronteras, 296 p, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/8041/Libroneurociencia-resumen.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

BROCA, M. P. **Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé, suivies d'une observation d'aphémie (Perte de La parole)**. Bulletin de la Société

Anatomique, 6, p. 330-357, 1861. Disponível em: <<http://psychclassics.yorku.ca/Broca/aphemie.htm>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

_____. **Sur le siège de la faculté du langage articulé.** Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris, I^o Série, Tome 6, 1865, p. 377-393. Disponível em: <https://www.persee.fr/docAsPDF/bmsap_0301-8644_1865_num_6_1_9495.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

BURGHARDT, G. M. **Darwin's legacy to comparative psychology and ethology.** American Psychologist, v. 64, n. 2, p. 102-110, 2009. Disponível em: <<http://people.whitman.edu/~herbawt/classes/339/Darwin.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

BUYS, R. C. A psicologia humanista. In: **História da psicologia: rumos e percursos.** JACÓ-VILELA, A. M., FERREIRA, A. A. L. F.; PORTUGAL, F. T. (Org.). Coleção ENSINO DA PSICOLOGIA, 2006, 598 p. Rio de Janeiro: Nau Ed. Disponível em: <<http://nacionalarte.com.br/psc/wp-content/uploads/2017/04/Historia-da-Psicologia-Rumos-e-percursos.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

CAJAL, S. R. **Estructura de los centros nerviosos de las aves.** Revista Trimestral de Histología Normal y Patológica, 1888, Ano 1, N^o 1, p. 1-10. Disponível em: <https://zaguan.unizar.es/record/4583/files/HNYP_1888_1.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

_____. **El nuevo concepto de la histología de los centros nerviosos.** Revista de Ciencias Médicas de Barcelona 18 (números 16, 20, 22 y 28), 1892, p. 361-376, p. 457-476, p. 505-520, p. 529-541.

_____. **Consideraciones generales sobre La morfología de La célula nerviosa.** La Veterinaria Española, 1894, n^o 37, p. 257-260, 273-275, 289-291.

_____. **Sur La Structure Du Système Nerveux Chez L'homme Et Chez Les Vertébrés.** Paris: C. Reinwald & Cia, 1894. 203 p. Disponível em: <<https://ia801301.us.archive.org/9/items/b21927352/b21927352.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2016.

_____. **The Croonian Lecture: La Fine Structure des Centres Nerveux.** London: Royal Society. Proceedings of the Royal Society of London, Vol. 55, 1894, p. 444-468. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/115494.pdf?casa_token=GtD_HmeEECKAAAAA:H BQduaMcRPudGARvDUfQ9M8J9bfNVkoFuLG925NX-u4mo4CFy7g5HUbE95QrUk1OJDkihNaP7qxXrgqORFtIz1nRGAX7TP5ow74fqEqaH-GoxXJClek>. Acesso em: 28 set. 2017.

_____. **Recuerdos de mi vida.** Madrid: Imprenta y Librería de Nicolás Moya, 1917. 615 p. Disponível em: <<https://ia802906.us.archive.org/30/items/recuerdosdemivid02ramuoft/recuerdosdemivid02ramuoft.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

CAPONI, G. **O impacto do darwinismo no trabalho dos naturalistas de campo.** Filosofia e História da Biologia, v. 1, p. 137-146, 2006. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-01/FHB-v01-08-Gustavo-Caponi.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

CARLOS, J.; BORRELL, J. **A historical reflection of the contributions of Cajal and Golgi to the foundations of neuroscience.** Brain Research Reviews, 55, 2007, p. 8-16. Disponível em: <http://hobertlab.org/wp-content/uploads/2013/03/DeCarlos_2007.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2016.

CARRANZA, J. (ed.). **Etología:** Introducción a la Ciencia del Comportamiento. Universidad de Extremadura, Cáceres, Espanha, p. 19-24. 1994. Disponível em: <[http://ecoevo.uvigo.es/web-see/pdfs/Etologia_-_Introduccion_a_la_Ciencia_del_Comportamiento_-_Juan_Carranza%20U._de_Extremadura_\(1994\).pdf](http://ecoevo.uvigo.es/web-see/pdfs/Etologia_-_Introduccion_a_la_Ciencia_del_Comportamiento_-_Juan_Carranza%20U._de_Extremadura_(1994).pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2015.

CARVALHO, A. L. L. de. **O Animal Darwiniano:** O *Status* das Emoções na Teoria da Mente em Charles Darwin. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História das Ciências da Saúde da Fundação Oswaldo Cruz, Casa de Oswaldo Cruz para a obtenção do grau de Mestre, Rio de Janeiro, 2005, 152 p. Disponível em: <http://www.academia.edu/767939/O_Animal_Darwiniano_O_Status_das_Emo%C3%A7%C3%B5es_na_Teoria_da_Mente_em_Charles_Darwin>. Acesso em: 16 ago. 2016.

CARVALHO, A. M. A. **Etologia e Comportamento Social.** Resumo de curso ministrado no IV Encontro Nacional de Psicologia Social – ABRAPSO/UFES – 1988. Disponível em: <<http://www.pet.vet.br/puc/etologiaecomportamento.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

CASTRO, F. S.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. **Alma, corpo e a antiga civilização grega:** as primeiras observações do funcionamento cerebral e das atividades mentais. Psicologia: Reflexão e Crítica, Porto Alegre, v. 24, n. 4, p. 798-809, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/prc/pdf/prc/v24n4/a21v24n4.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

CH, M. C. L. **A Teoría Neuronal:** La Tecnología como Soporte de um Debate Científico um Capítulo em La Historia de La Ciencia. Revista Ciencia Tecnologia Sociedad, n° 4, p. 131-139, 2011. Disponível em: <<http://itmojs.itm.edu.co/index.php/trilogia/article/view/72>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

CHANCE, P. **Thorndike's Puzzle Boxes And The Origins Of The Experimental Analysis Of Behavior.** Journal of the experimental analysis of behavior, v. 72, n° 3, 1999, p. 433-440. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1284753/pdf/jeabehav007200300433.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

CHAUÍ, M. **Convite à Filosofia.** São Paulo: Editora Ática, 2000, 567 p.

COSENZA, R. M., FUENTES, D.; MALLOY-DINIZ, L. A evolução das idéias sobre a relação entre cérebro, comportamento e cognição. In: FUENTES, D MALLOY-DINIZ, L.; CAMARGO, H. P. C.; COSENZA, R. M. (Org.). **Neuropsicologia: teoria e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2008, p. 15-19. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/a-evolucao-das-ideias-sobre-a-relacao-entre-cerebro-comportamento-e-cognicao.html>>. Acesso em: 6 jun. 2016.

CRAIG, W. **Appetites and Aversions as Constituents of Instincts**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, V. 3, N° 12, Dec. 15, 1917, p. 685-688. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/83788>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

CUNHA, W. H. A. Manifesto da Etologia Brasileira: Convite-justificativa para o estudo naturalístico do comportamento animal. In: OTTA, E.; RIBEIRO, F. L.; BUSSAB, V. S. R. (Orgs.). **Lições da Alameda Glete: Coletânea de textos de Walter Hugo Cunha, pioneiro da Etologia no Brasil**. 2013, p. 41-66. São Paulo: Instituto de Psicologia da USP. Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/centrodememoriaip/sites/default/files/Livro_Li%C3%A7%C3%B5esDaAlamedaGlete_2013.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2016.

_____. Introdução ao desenvolvimento histórico e aos princípios básicos da etologia In: OTTA, E.; RIBEIRO, F. L.; BUSSAB, V. S. R. (Orgs.). **Lições da Alameda Glete: Coletânea de textos de Walter Hugo Cunha, pioneiro da Etologia no Brasil**. 2013, p. 91-137. Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/centrodememoriaip/sites/default/files/Livro_Li%C3%A7%C3%B5esDaAlamedaGlete_2013.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2016.

CUVIER, G. **Animal Kingdom: Arranged According To Its Organization**. London: Orr And SMITH, Amen Corner, Paternoster Row, 1834, 540 p. Disponível em: <<https://ia600206.us.archive.org/28/items/cuvidersanimalkin00cuviala/cuvidersanimalkin00cuviala.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

CZIKO, G. The Evolution of Animal Behavior: The Impact of the Darwinian Revolution. In: **The Things We Do: Using the Lessons of Bernard and Darwin to Understand the What, How, and Why of Our Behavior**. Bradford Book, Massachusetts Institute of Technology, 2000. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/e5bc/65d13388d3ca6a8bb66b9083821e889ab084.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

DALGALARRONDO, P. **Evolução do cérebro: Sistema Nervoso, psicologia e psicopatologia sob a perspectiva evolucionista**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2011, 461 p.

DARWIN, C. R. **On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life**. London: John Murray, 1859. 1st ed., 502 p. Disponível em: <<http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F373&viewtype=text&pageseq=1>>. Acesso em: 14 dez. 2015.

_____. **The variation of animals and plants under domestication.** London: John Murray, 1868. 1st ed, 1st issue, V. 2, 486 p. Disponível em: <<http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F877.2&viewtype=text&pageseq=1>>.

_____. **The Descent of Man and Selection in Relation to Sex.** London: John Murray, 1st edition, 1871. Disponível em: <<http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F937.1&viewtype=text&pageseq=1>>. Acesso em: 14 dez. 2015.

_____. **The expression of the emotions in man and animals.** London: John Murray, 1st edition, 1872. 374 p. Disponível em: <<http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1142&viewtype=text&pageseq=1>>. Acesso em: 14 dez. 2015.

_____. **The Autobiography of Charles Darwin 1809-1882.** With the original omissions restored. Edited and with appendix and notes by his grand-daughter Nora Barlow. London: Collins, 1958. 253 p. Disponível em: <http://darwin-online.org.uk/converted/pdf/1958_autobiography_F1497.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2015.

DEFELIPE, J. Santiago Ramón y Cajal y el nacimiento de la neurociencia moderna. P. 9-32. In: MERINO, C. (Coord.). **Ramon y Cajal y La Ciencia Española.** Colección: Aulas de Verano, Serie Ciencias, 2005. Estilo Estugraf Impresores. Disponível em: <<https://sede.educacion.gob.es/publiventa/PdfServlet?pdf=VP11848.pdf&area=E>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

_____. Cajal y sus dibujos: ciencia y arte. In: ARAGUZ, A. M. (Ed.), **Arte Y Neurologia**, Editorial Saned, Madrid, 2005, capítulo 18, p. 213-230. Disponível em: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/12879/3/Cajal_Art.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2016.

DEL-CLARO, K. **Comportamento Animal** - Uma introdução à ecologia comportamental. Jundiaí: Editora Livraria Conceito, 2004. 132 p. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/18337e47-086c-4272-ad55-97099922e04f>>. Acesso em: 07 mar. 2015.

_____. **Introdução à Ecologia Comportamental:** um manual para o estudo do comportamento animal. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010, 1º edição. 128 p. Disponível em: <<http://www.leci.ib.ufu.br/pdf/Introdu%E7%E3o%20%E0%20Ecologia%20Comportamental.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2015.

DESCARTES, R. **Les traitez de l'homme et de la formation du foetus, composez par Mr. Descartes, & mis au jour depuis sa mort, par Mr. Clerselier.** Avec les remarques de Louys de La Forge, docteur en médecine, sur le Traité de l'homme du même auteur, & sur les figures par lui inventées. Amsterdam: Chez Guillaume Le Jeûne, 1680. 339 p. Disponível em: <https://archive.org/details/bub_gb_Tiv_Wt6uae0C/page/n337>. Acesso em: 14 dez. 2016.

_____. **As Paixões da Alma** – Primeira Parte. Disponível em: <<https://professordiegodelpasso.files.wordpress.com/2016/05/rene-descartes-as-paixoes-da-alma.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

DETHIER, V. G.; STELLAR, E. **Animal behavior: Its evolutionary and neurological basis**. Oxford, England: Prentice-Hall, 1961, 136 p. Disponível em: <<https://archive.org/stream/animalbehaviorit00deth#page/n111/mode/2up>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

DOBZHANSKY, T. **Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution**. The American Biology Teacher, Vol. 35, No. 3, Mar., 1973, p. 125-129. Disponível em: <<http://biologie-lernprogramme.de/daten/programme/js/homologer/daten/lit/Dobzhansky.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

DUCHENNE, Guillaume Benjamin. **Mécanisme de la physionomie humaine, ou analyse électro-physiologique de l'expression des passions**. 1862. Disponível em: <<https://ia800207.us.archive.org/6/items/Duchenne1862oj91W/Duchenne1862oj91W.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2015.

EIBL-EIBESFELDT, I.; KRAMER, S. **Ethology, The Comparative Study of Animal Behavior**. The Quarterly Review of Biology, V. 33, n° 3, September, 1958, pp. 181-211. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2814314>>. Acesso em: 14 dez. 2016.

FERRARI, E. A. M. et al. **Plasticidade neural: relações com o comportamento e abordagens experimentais**. Psicologia: Teoria e Pesquisa, Brasília, v. 17, n. 2, p. 187-194, Mai. - Ago. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v17n2/7879.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

FERREIRA, F. R. M. **A Teoria Neuronal de Santiago Ramón Y Cajal**. Tese de doutorado em Neurociências e Comportamento. Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, 2013, 450 p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47135/tde-13012014-120534/pt-br.php>>. Acesso em: 17 abr. 2015.

_____. ; NOGUEIRA, M. I.; DEFELIPE, J. **The influence of James and Darwin on Cajal and his research into the neuron theory and evolution of the nervous system**. Frontiers in Neuroanatomy, January 2014. V. 8, Article 1. P. 1-9. Disponível em: <<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnana.2014.00001/full#B35>>. Acesso em 25 mar. 2015.

FINGER, S. **Origins of Neuroscience** – A History of Exploration into Brain Function. Oxford University Press, 1994, 462 p.

FLOURENS, J. P. M. **Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés**. Paris: Crevot, 1824. 331 p. Disponível em: <<https://archive.org/details/recherchesexpri01rolagoog/page/n10>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

_____. **Psychologie comparée**. Paris: Garnier Frères, 1865. 273 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=3wsDHPqFwrIC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 20 jun. 2016.

FITZGIBBON, J. **Manual of phrenology: being an analytical summary of the system of Doctor Gall, on the faculties of man and the functions of the brain**. Philadelphia: Carey, Lea & Blanchard, 1835. Disponível em: <<https://ia800804.us.archive.org/9/items/manualofphrenolo00gall/manualofphrenolo00gall.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

FOUCAULT, M. **A arqueologia do saber**. Tradução de Luiz Felipe Baeta Neves, 7 edição, Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008. Disponível em: <<http://www.uesb.br/eventos/pensarcomveyne/arquivos/FOUCAULT.pdf>>. 10 jul. 2017>. Acesso em: 19 set. 2016.

FRAGASZY, D.; PERRY, S. Cap 1: Towards a biology of traditions. In: FRAGASZY, D.; PERRY, S. (Eds.). **The biology of traditions: models and evidence**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003, p. 1-51. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=61076>>. Acesso em 15 mar. 2018.

GAGE, F. H. **Neuroscience: The Study of the Nervous System & Its Functions**. Dædalus, the Journal of the American Academy of Arts & Sciences, Winter 2015, p. 5-9. Disponível em: <https://www.amacad.org/multimedia/pdfs/publications/daedalus/winter2015/15_Winter_Daedalus_Gage.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2017.

GALEF, B. G., Jr. Historical Origins - The Making of a Science. In: HOUCK, L. D.; DRICKAMER, L. C. (Eds). **Foundations of Animal Behavior** - Classic Papers with Commentaries. The University of Chicago Press, 1996, 843 p.

_____; WHITEN, A. The Comparative Psychology of Social Learning. In: J. Call (Editor-in-Chief), **APA Handbook of Comparative Psychology: Perception, Learning, and Cognition**, Chapter 19, Vol. 2, 2017, p. 411-439. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=61076#section-0>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

GESSNER, C. **Historia Animalium**. V. 1. MDLI (1551). Collections of the National Library of Medicine. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20111019160315/http://locatorplus.gov/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?DB=local&v2=1&ti=1,1&Search_Arg=2246033R&Search_Code=0359&CNT=20&SID=1>. Acesso em: 20 jun. 2016.

GHISELIN, M. T. **Darwin and Evolutionary Psychology**. Science, New Series, Vol. 179, N° 4077, Mar. 9, 1973, p. 964-968. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdf/1735174.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2016.

_____. **Darwin: A reader's guide**. Occasional Papers of the California Academy of Sciences, 2009, n° 155, 185 p. Disponível em: <http://darwin-online.org.uk/converted/pdf/2009_Ghiselin_A622.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2018.

GLICK, T. F. **Darwin in España**. Barcelona: Ediciones Península, 1982. Disponível em: <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=A338&viewtype=text&pageseq=1>>. Acesso em: 14 set. 2016.

GOLGI, C. **Sulla sostanza grigia del cervello**. Gazzetta Medica Italiana – Anno 1873, Opera Omnia, pag. 90 – 98. Disponível em: <http://ppp.unipv.it/camillogolgi/pdf/Sullasostanza%20grigia.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

GOODENOUGH, F. L. **Edward Lee Thorndike**: 1874-1949. The American Journal of Psychology, V. 63, N° 2, Apr., 1950, p. 291-301. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1418943>>. Acesso em: 23 jul. 2016.

GOODWIN, C. J. **História da psicologia moderna**. São Paulo: Cultrix, 2010, 4ª edição, 576 p.

GOULD, J. L. **Ethology** – The Mechanisms and Evolution of Behavior. New York: W. W. Norton & Company, 1982, 544 p.

GRAY, P. H. **Douglas Alexander Spalding**: The first experimental behaviorist. The Journal of General Psychology, V. 67, 1962, Issue 2, p. 299-307.

_____. **Spalding and his Influence on Research in Developmental Behavior**. Journal of the History of the Behavioral Sciences, 1967, p. 168-179. Disponível em: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1520-6696\(196704\)3:2%3C168::AID-JHBS2300030205%3E3.0.CO;2-Y/epdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1520-6696(196704)3:2%3C168::AID-JHBS2300030205%3E3.0.CO;2-Y/epdf)>. Acesso em: 11 ago. 2016.

GROSS, C. G. Neuroscience, Early History of. In: **Encyclopedia of Neuroscience**. ADELMAN, G. (Ed.). 1987, p. 843-847. Disponível em: http://www.princeton.edu/~cggross/Hist_Neurosci_Ency_neurosci.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

_____. **Brain, Vision, Memory**: Tales in the History of Neuroscience. 1999, 255 p. Massachusetts: The MIT Press.

_____. **A Hole in the Head** - More Tales in the History of Neuroscience. 2009, 356 p. Massachusetts: MIT Press books.

HAFFER, J. **Ornithological research traditions in central Europe during the 19 th and 20 th centuries**. J. Ornithol. V. 142, suplemento 1, p. 27-93, 2001. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF01651446>>. Acesso em: 23 jul. 2016.

HAMILTON, W. D. **The Evolution of Altruistic Behavior**. The American Naturalist, V. 97, N° 896, Sep.-Oct., 1963, p. 354-356. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2458473>>. Acesso em: 19 dez. 2016.

HARLOW, J. M. **Passage of an Iron Rod Through The Head**. The Boston Medical and Surgical Journal, v. XXXIX, nº 20, 13 Dez. 1848, p. 389-393. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Harlow_BMSJ1848_Passage_of_an_Iron_Rod_through_the_Head.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2016.

HEBB, D. O. **The Organization of Behavior** - A Neuropsychological Theory. 1949, 335 p. New York: John Wiley & Sons, Inc. Disponível em: <http://s-f-walker.org.uk/pubsebooks/pdfs/The_Organization_of_Behavior-Donald_O._Hebb.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2018.

HENRY, J. **A Revolução Científica e as Origens da Ciência Moderna**. 1998, 149 p. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAfj9wAD/a-revolucao-cientifica-as-origens-ciencia-moderna-john-henry#>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

HINDE, R. A. Konrad Lorenz (1903–89) and Nikolaas Tinbergen (1907–88). In: FULLER, R. (Ed.). **Seven pioneers of psychology Behaviour and mind**. Taylor & Francis e-Library, 2005. Disponível em: <<https://epdf.tips/seven-pioneers-of-psychology-behaviour-and-mind.html>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

HOFFMAN, A. J. **Philosophical Foundations of Evolutionary Psychology**. Lexington books, 2016, 226 p.

HUEBNER, D. R. **Instinct, History of**. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2nd edition, V. 12. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080970868031585>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

IMMELMANN, K. **Introduction to Ethology**. 1980, 237 p. New York: Plenum Press. Disponível em: <<https://archive.org/details/introductiontoet0000imme/page/236>>. Acesso em: 22 ago. 2015.

JAPYASSÚ, H. F. *Comportamento Animal: entre o Sujeito e o Objeto*. Revista de Etologia, 1999, v. 1, nº 1, p. 47-64. Disponível em: <http://www.etologiabrasil.org.br/sbet/revista/Vol_1_1_047.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2016.

KANDEL, E. R. et al. *Princípios de Neurociência*. Ebook, 5ª edição, 2014, 1531 p. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/search?q=principios+de+neurociencias++5.ed+kandel>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

KNUDSEN, E. *Sensitive periods in the development of the brain and behavior*. Journal of Cognitive Neuroscience, v. 16, n. 8, p. 1412 - 1425. Out. 2014. Disponível em: <http://synapse.princeton.edu/~sam/knudsen_critical_periods_jcn_2004.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2015.

KRISTENSEN, C. H.; ALMEIDA, R. M. M.; GOMES, W. B. **Desenvolvimento Histórico e Fundamentos Metodológicos da Neuropsicologia Cognitiva**. Psicologia:

Reflexão e Crítica, 2001, 14(2), pp. 259-274. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prc/v14n2/7853.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2016.

LAKATOS, I. **The methodology of scientific research** - Programmes Philosophical Papers Volume I. In: WORRALL, J.; CURRIE, G. (Ed.), 1978, 250 p. Melbourne: Cambridge University Press. Disponível em: <<http://strangebeautiful.com/other-texts/lakatos-meth-sci-research-phil-papers-1.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2017.

LALAND, K.; ODLING-SMEE, J.; FELDMAN, M. **Niche construction, biological evolution, and cultural change**. Behavioral and Brain Sciences, 2000, 23, p. 131-146. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/2562/3259eb59c139d7469aee83f775db77f19462.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

LARRIVA-SAHJ J. A. **Some predictions of Rafael Lorente de Nó 80 years later**. Frontiers in Neuroanatomy, December 2014, v. 8, article 147, p. 1-8. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4253658/pdf/fnana-08-00147.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

LATTAL, K. A. **O Lado Humano do Comportamento Animal**. Revista Brasileira de Análise do Comportamento, v. 2, nº 1, abr. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/rebac/article/view/798/1107>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

LENCASTRE, M. P. A. **Bondade, Altruísmo e Cooperação**. Considerações evolutivas para a educação e a ética ambiental. Rev. Lusófona de Educação, Lisboa, nº 15, p. 113-124, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/rle/n15/n15a08.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios**. 2ª edição, 2010, 786 p. São Paulo: Editora Atheneu.

LEROY, C. G. **The Intelligence and Affectability of Animals from a Philosophic Point of View, with a Few Letters on Man**. 1870, 272 p. London: Chapman and Hall. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=jAw7Bs9SotIC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Charles+Georges+Leroy%22&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwj16cSYyOfhAhV_IbkGHWCiCQcQ6AEIMTAB#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 18 jul. 2016.

LOEB, J. **Forced Movements, Tropisms and Animal Conduct**. Monographs on Experimental Biology, V. 1, 1960, 209 p. Philadelphia: J. B. Lippincott Company The Washington Square Press. Disponível em: <<https://ia800301.us.archive.org/5/items/forcedmovementst00loeb/forcedmovementst00loeb.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2017.

LOEWI, O. **Chemical Transmission of Nerve Impulses**. American Scientist, v. 33, Nº 3, July 1945, p. 159-174. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/27826069.pdf?ab_segments=0%2Fdefault-

2%2Fcontrol&refreqid=search%3Aa19b3b10adf5f9b2215636fdd0ffbc59>. Acesso em: 17-05-2018.

LORENZ, K. Z.; TINBERGEN, N. Taxis and Instinctive Action in the Egg-Retrieving Behavior of the Greylag Goose. In: **Instinctive Behavior – The Development of a Modern Concept**. 1948, 356 p. New York: International Universities Press. Disponível em:

<<https://ia801607.us.archive.org/11/items/in.ernet.dli.2015.138772/2015.138772.Instinctive-Behavior.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2017.

_____. **The comparative method in studying innate behavior patterns**. Symposia of the Society for Experimental Biology 4 (Physiological Mechanisms in Animal Behavior), 1950, p. 221-254. Disponível em: <<http://klha.at/papers/1950-InnateBehavior.pdf>>. Acesso em: 24 dez. 2017.

_____. **The Evolution of Behavior**. Scientific American, V. 199, Nº 6, December 1958, p. 67-82. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24944850?seq=1#metadata_info_tab_contents>. Acesso em: 24 dez. 2017.

_____. **Behind the mirror: a search for a natural history of human knowledge**. 1st Harvest/HBJ ed., 1978, 261 p. Disponível em: <<https://archive.org/details/behindmirrorsea00lore/page/260>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

_____. **A Personal Introductory History of Ethology**. The Journal of Mind and Behavior, V. 1, Nº 2, 1980, p. 171-182. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/43852821?seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 30 set. 2017.

_____. **Os fundamentos da etologia**. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.

MARLER, P.; GRIFFIN, D. R. **The 1973 Nobel Prize for Physiology or Medicine**. Science, New Series, V. 182, Nº 4111, Nov. 2, 1973, p. 464-466. American Association for the Advancement of Science. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1737319>>. Acesso em: 20-04-2018.

MARTINS, L. A. C. P. M. **A história da ciência e o ensino da biologia**. Ciência & Ensino, nº 5, p. 18-21, 1998. Disponível em: <<http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/45/46>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

_____. **História da ciência**. Objeto, Métodos e Problemas. Ciência & Educação, v. 11, nº 2, p. 305-317, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/10.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

MAYR, E. **Oskar Heinroth, Vater der Verhaltensforschung 1871-1945 by Katharina Heinroth**. Isis, V. 63, Nº 1, Mar., 1972, p. 127-128. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/229229?read-now=1&refreqid=excelsior%3Adf236b1734ccbf61814ef645f26da4e0&seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 15 fev. 2016.

_____. **Behavior Programs and Evolutionary Strategies:** Natural selection sometimes favors a genetically "closed" behavior program, sometimes an "open" one. *American Scientist*, Vol. 62, Nº 6, November-December 1974, p. 650-659. Publicado por Sigma Xi, The Scientific Research Honor Society. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/pdf/27845170.pdf?refreqid=excelsior%3A9f4048eb35ceb83da97112f712939d9>>. Acesso em: 03-06-2018.

_____. **WHITMAN, CHARLES OTIS.** In: GILLISPIE, C. C. Dictionary of scientific biography, v. XIV, 1976, 640 p. USA: American Council of Learned Societies. Disponível em: <<https://archive.org/details/dictionaryofscie14gill/page/312>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

_____. **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico - Diversidade, Evolução e Herança.** 1998, 1107 p. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília.

_____. **What Makes Biology Unique?** Considerations on the autonomy of a scientific discipline. Cambridge University Press, 2004, 232 p.

MORENO, E.; RHINER, C. **Darwin's multicellularity:** from neurotrophic theories and cell competition to fitness fingerprints. *Current Opinion in Cell Biology*, 2014, 31, p. 16–22. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0955067414000829/1-s2.0-S0955067414000829-main.pdf?_tid=5d0959fc-e0e3-11e6-8c5e-00000aabb0f26&acdnat=1485117960_5ceb7a1f41b8b83073480ee5e58287ca>. Acesso em: 7 nov. 2016.

MORGAN, C. L. **Animal Behaviour.** London: Edward Arnold, 1900. 344 p. Disponível em: <<https://ia800407.us.archive.org/27/items/b28071384/b28071384.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

MOORE, J. A. **From Genesis to Genetics:** The Case of Evolution and Creationism. University of California Press, 2002.

MORENO, C. B.; MUÑOZ-DELGADO, J. **An Account on the History of Ethology.** *Suma Psicológica*, v. 14, nº 2, p. 213-224, 2007, Bogotá, Colômbia. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28204073_An_account_on_the_history_of_ethology>. Acesso em: 10 jul. 2016.

OTTA, E. **Apresentação do curso PSE 5770 ETOLOGIA - 2015.** Disponível em: <<http://disciplinas.stoa.usp.br/course/view.php?id=7618>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

PALEY, W. **The Works of William Paley, D. D.** – His Life, Moral and Political, Philosophy, Evidences of Christianity, Natural Theology, Tracts, *Horæ Paulinæ*, Clergyman's Companion, and Sermons. Philadelphia: J. J. Woodward, 1831, 604 p. Disponível em: <<https://ia802608.us.archive.org/6/items/workswilliampal04palegoog/workswilliampal04palegoog.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

PANKSEPP, J. **Affective neuroscience of the emotional BrainMind:** evolutionary perspectives and implications for understanding depression. *Dialogues in clinical*

neuroscience, vol. 12, nº 4, 2010, p. 533-45. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3181986/pdf/DialoguesClinNeurosci-12-533.pdf>>. Acesso em 12 Mai. 2016.

PAPAVERO, N.; SANTOS, C. F. M. dos. **Evolucionismo darwinista?** Contribuições de Alfred Russel Wallace à Teoria da Evolução. Revista Brasileira de História, São Paulo, v. 34, nº 67, p. 159-180, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbh/v34n67/a08v34n67.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

PINHEIRO, M. **Aspectos Históricos da Evolução das Ideias sobre Localizacionismo Cerebral da Linguagem.** Vita et Sanitas, Trindade-Go, nº 06, jan-dez. 2012, p. 17-33. Disponível em: <<http://www.fugedu.com.br/upload/journals/1/issues/20/public/20-28-PB.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2016.

PODOS, J. **Early perspectives on the evolution of behavior:** Charles Otis Whitman and Oskar Heinroth. Ethology Ecology & Evolution, V. 6, 1994, Issue 4, p. 467-480. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/ref/10.1080/08927014.1994.9522972?scroll=top>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

POLISELI, L.; OLIVEIRA, E. F.; CHRISTOFFERSEN, M. L. **O Arcabouço filosófico da biologia proposto por Ernst Mayr.** Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro, v. 6, nº 1, p. 106-120, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/londrina/cursos/mestrados-doutorados/Ofertados-neste-Campus/mestrado-academico-em-engenharia-ambiental/producao-cientifica/2013/poliseli-l-oliveira-e-f-christoffersen-m-l-o-arcabouco-filosofico-da-biologia-proposto-por-ernst-mayr-6-106-120-1/view>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

PORTUGAL, F. T. Comparação e genealogia na psicologia inglesa no século XIX. In: **História da psicologia:** rumos e percursos. JACÓ-VILELA, A. M., FERREIRA, A. A. L. F.; PORTUGAL, F. T. (Org.). Coleção ENSINO DA PSICOLOGIA, 2006, 598 p. Rio de Janeiro: Nau Ed. Disponível em: <<http://nacionalarte.com.br/psc/wp-content/uploads/2017/04/Historia-da-Psicologia-Rumos-e-percursos.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

PUSTILNIK, A. C. **Violence On The Brain:** A Critique of Neuroscience in Criminal Law. HeinOnline, Vol. 44, Wake Forest Law Review, 2009, p. 183-238. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/c47f/bad22fd1f000ab0694f6eddb88b4c134f5e2.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

RICHARDS, R. J. **The Emergence of Evolutionary Biology of Behaviour in the Early Nineteenth Century.** The British Journal for the History of Science, Vol. 15, Nº 3, Nov., 1982, p. 241-280. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/4026220.pdf?ab_segments=0%2Fdefault-2%2Fcontrol&refreqid=search%3A6ed0f3af7f02f51285ef4f6953800f5a>. Acesso em: 20 abr. 2017.

ROCHE, R. A. P.; COMMINS, S.; DOCKREE, P. M. **Pioneering Studies In Cognitive Neuroscience.** McGraw-Hill Education: 2009, 234 p. Disponível em:

<<https://books.google.com.br/books?id=yA8TDdAWLt8C&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

RODRIGUES, S. D.; CIASCA, S. M. **Aspectos da relação cérebro-comportamento: histórico e considerações neuropsicológicas.** Rev. Psicopedagogia 2010; 27(82): p. 117-126. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v27n82/v27n82a12.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2016.

ROMANES, G. J. **Animal Intelligence.** London: Kegan Paul, Trench, & Co. Publications, 1882, 520 p. Disponível em: <<https://archive.org/details/animalintelligen00romauoft>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

ROTH, G.; DICKE, U. Evolution of Nervous Systems and Brains. In: GALIZIA, C.G., LLEDO, P.M. (Eds.). **Neurosciences - From Molecule to Behavior: A University Textbook.** 2013, Springer Spektrum, 736 p. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/c59c/1c5c0cf39b3a21784e8f5da90c7d110fb867.pdf?_ga=2.242940293.625757238.1537067216-780382139.1505356567>. Acesso em: 03 ago. 2016.

SALDANHA, P. H. **O Conceito de Etologia, com Especial Referência ao Comportamento dos Primatas.** Boletim de Zoologia e Biologia Marinha, N. S. (Número Especial), nº 30, p. 797-808, Universidade de São Paulo, 1973. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/bzbm/article/download/121477/118362>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

SANTOS, M. B. dos; et al. **Playing dead to stay alive: death-feigning in *Liolaemus occipitalis* (Squamata: Liolaemidae).** Biota Neotropica, Campinas, v. 10, nº 4, p. 361-364, Dec. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032010000400043&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 Feb. 2017.

SAPP, J. **Genesis – The Evolution of Biology.** 2003, 364 p. New York: Oxford University Press.

SCHULZE-HAGEN, K.; BIRKHEAD, T. R. **The ethology and life history of birds: the forgotten contributions of Oskar, Magdalena and Katharina Heinroth.** Journal of Ornithology, January, v. 156, issue 1, p. 9–18, 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10336-014-1091-3>>. Acesso em: 04 jul. 2016.

SCHWANN, T. **Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen.** 1839, 304 p. Berlin: Verlag der Sander'schen Buchhandlung (G. E. Reimer). Disponível em: <<https://ia802802.us.archive.org/7/items/b29287455/b29287455.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo.** São Paulo: Cultrix, 1974. Disponível em: <https://www.academia.edu/35717869/Livro_Sobre_o_behaviorismo_skinner.b.f?auto=download>. Acesso em: 14 abr. 2016.

SHERINGTON, C. S. **The Integrative Action of the Nervous System**. 1906, 411 p. New Haven: Yale University Press. Disponível em: <<https://liberationchiropractic.com/wp-content/uploads/research/1906Sherrington-IntegrativeAction.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2017.

SNOWDON, C. T. **O significado da pesquisa em Comportamento Animal**. Estudos de Psicologia 1999, v. 4, nº 2, p. 365-373. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epsic/v4n2/a11v4n2.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

SOUTO, A. **Etologia: princípios e reflexões**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 3ª edição, 2005, 346 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=J-Vn9WC7QgIC&oi=fnd&pg=PA10&dq=etologia&ots=C1GLMQ9MgN&sig=uKRC9F_n5LfIFQFiH9EmqoUEHws#v=onepage&q=etologia&f=false>. Acesso em: 16 mai. 2016.

SPENCER, H. **The Principles of Biology** - Volume 1. 1864, 492 p. Williams and Norgate. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Ye4GAAAacAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 25 abr. 2016.

STIRLING, J.; ELLIOTT, R. **Introducing Neuropsychology** - Second Edition. Taylor & Francis e-Library, 2010. Disponível em: <https://brainmaster.com/software/pubs/books/Brain-Behavior-Easy-Intro_Neuropsychology.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2016.

SWISHER, C. N. **Charles Darwin on the origins of behavior**. Bulletin of the History of Medicine, V. 41, nº 1, January-February, 1967, p. 24-43. The Johns Hopkins University Press. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/pdf/44447228.pdf?refreqid=excelsior%3Ab45b70bd5b29c19d6d531a80e08f3c55>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

TAYLOR, C. S. R.; GROSS, C. G. **Twitches versus Movements: A Story of Motor Cortex**. The Neuroscientist, V. 9, N.º 5, 2003, p. 332-342. Disponível em: <https://www.princeton.edu/~cggross/Neuroscientist_10_03.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2016.

THORNDIKE, E. L. **Animal intelligence: an experimental study of the associative processes in animals**. The Psychological Review, Series of Monograph Supplements, V. II, N.º 4, June 1898. New York: The Macmillan Company. Disponível em: <<https://archive.org/details/animalintelligen00thoruoft>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

_____. **Animal intelligence** - Experimental Studies. 1911, 297 p. New York: The Macmillan Company. Disponível em: <<https://ia802705.us.archive.org/24/items/animalintelligen00thor/animalintelligen00thor.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

THORPE, W. H. **Breve historia de la etologia**. Espanha: Alianza Editorial S.A. 1982. 213p.

TINBERGEN, N. **Curious Naturalists**. The American Museum of Natural History, 1958, 301 p. A Doubleday Anchor Book. Disponível em: <<https://archive.org/details/curiousnaturalis00niko>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

_____.; et al. **Egg Shell Removal by the Black-Headed Gull, *Larus ridibundus* L.**; A Behaviour Component of Camouflage. *Behaviour*, V. 19, Nº 1/2, 1962, p. 74-117. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/4533006>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

_____. **On aims and methods of ethology**. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 1963, v. 20, p. 410-433. Disponível em: <<https://www.esf.edu/efb/faculty/documents/tinbergen1963onethology.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2015.

_____. **The Study of Instinct**. Oxford: Clarendon Press, 1969, 228 p. Disponível em: <<https://archive.org/details/studyofinstinct0000tinb/page/228>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

TORRES-FERNÁNDEZ, O. **La técnica de impregnación argéntica de Golgi**. Conmemoración del centenario del premio nobel de Medicina (1906) *compartido por Camillo Golgi y Santiago Ramón y Cajal*. *Biomédica* 2006; v. 26, nº 4, p. 498-508. Disponível em: <<http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/315>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

TRIVERS, R. L. **The Evolution of Reciprocal Altruism**. *The Quarterly Review of Biology*, Vol. 46, Nº 1, Mar., 1971, p. 35-57. The University of Chicago Press. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2822435?read-now=1&seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 20/10/2018.

UEXKÜLL, J. V. **A stroll through the worlds of animals and men**: A picture book of invisible worlds. *Semiotica*, v. 89, nº4, 1992, p. 319-391. Disponível em: <[http://www.codebiology.org/pdf/von%20Uexk%C3%83%C2%BCII%20J%20\(1934\)%20A%20stroll%20through%20the%20worlds%20of%20animals%20and%20men.pdf](http://www.codebiology.org/pdf/von%20Uexk%C3%83%C2%BCII%20J%20(1934)%20A%20stroll%20through%20the%20worlds%20of%20animals%20and%20men.pdf)>. Acesso em: 17 fev. 2016.

YAMAMOTO, M. E. A psicologia comparada. In: **História da psicologia**: rumos e percursos. JACÓ-VILELA, A. M., FERREIRA, A. A. L. F.; PORTUGAL, F. T. (Org.). *Coleção ENSINO DA PSICOLOGIA*, 2005, 598 p. Rio de Janeiro: Nau Ed. Disponível em: <<http://nacionalarte.com.br/psc/wp-content/uploads/2017/04/Historia-da-Psicologia-Rumos-e-percursos.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

_____. *Percorrendo a história do estudo do comportamento animal*: origens e influências. In: YAMAMOTO, M. E.; VOLPATO, G. L. (Org.), **Comportamento Animal**. 2ª edição, 2006, 520 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4115904/mod_resource/content/1/Livro%20COMPORTAMENTO_ANIMAL%20Yam%20_%20Volpato.pdf>. Acesso em: 30 set. 2015.

YOUNG, R. M. **Mind, Brain and Adaptation in the Nineteenth Century**: Cerebral Localization and Its Biological Context from Gall to Ferrier. New York: Oxford

University Press, History of Neuroscience Series, 1990, 278 p. Disponível em: <<http://human-nature.com/mba/mba1.html>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

YUSTE, R. **From the neuron doctrine to neural networks**. Nature Reviews Neuroscience, V. 16, August 2015, p. 1-11. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/7ba6/1b0c933e568a183220ea4e979175ba8b34d7.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2016.

WALLACE, A. R. **On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type**. 1889, 526 p. Disponível em: <https://ia802603.us.archive.org/8/items/b21705148_0001/b21705148_0001.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2016.

_____. **On the law which has regulated the introduction of new species**. The Electronic Scholarly Publishing Project, 1998, 17 p. Disponível em: <<http://www.esp.org/books/wallace/law.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

_____. **Contributions to the Theory of Natural Selection - A Series of Essays**. 2018, 248 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=8ZdRDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 15 jan. 2019.

WATSON, K. K.; PLATT, M. L. **Neuroethology of reward and decision making**. Philosophical Transactions of the Royal Society, 2008, 363, p. 3825-3835. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2581784/pdf/rstb20080159.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2016.

WHEELER, W. M. **“Natural History”, “Ecology” or “Ethology”?** Science, New Series, Vol. 15, N° 390, Jun. 20, 1902, p. 971-976. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdf/1629215.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

WILLIAMS, G. C. **Adaptation and Natural Selection: A Critique of Some Current Evolutionary Thought**. Princeton University Press. Disponível em: <<https://brandvainlab.files.wordpress.com/2014/11/williams-1966.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

WHITMAN, C. O. **Orthogenetic Evolution in Pigeons** - Posthumous works of Charles Otis Whitman. 1919, V. 1, 195 p. Oscar Riddle (Ed.). Washington: The Carnegie Institution of Washington. Disponível em: <<https://archive.org/details/posthumousworks01whituoft/page/n5>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

WOORTMANN, K. **Religião e Ciência no Renascimento**. Série Antropologia, 1996, 86 p. Brasília. Disponível em: <<http://dan.unb.br/images/doc/Serie200empdf.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

ZUANON, Á. C. A. **Instinto, Etologia e a teoria de Konrad Lorenz**. Ciência & Educação, v. 13, n° 3, p. 337-349, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n3/a05v13n3.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

Sites da internet

EIBL-EIBESFELDT, I.; WICKLER, W. **Ethology**. International Encyclopedia of the Social Sciences, 2008, Thomson Gale. Disponível em: <<https://www.encyclopedia.com>>. Acesso em: 20 Apr. 2016.

FRENOLOGIA. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Frenologia>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

PAUL EKMAN GROUP. **Dr. Paul Ekman Biography**. 2018. Disponível em: <<https://www.paulekman.com/paul-ekman/>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SINERVO, B. **Prehistory and an Adaptive Perspective on Behavioral Observations**. Disponível em: <http://bio.research.ucsc.edu/~barrylab/classes/animal_behavior/HISTORY.HTM>. Acesso em: 15 jul. 2016.

TINBERGEN, N. **Biographical**. Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1973/tinbergen/biographical/>>. Acesso em: 6 Abr. 2016.