

Universidade de São Paulo
Instituto de Psicologia

Briseida Dôgo de Resende

Etologia, Cognição e Sistemas em
Desenvolvimento

São Paulo
2019

Briseida Dogo de Resende

Etologia, Cognição e Sistemas em Desenvolvimento

Versão Original

Tese apresentada no Instituto de Psicologia da
Universidade de São Paulo, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Livre
docente. *Disciplina: “Psicologia Comparativa
e Animal e Etologia”*

São Paulo

2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Resende, Briseida Dogo de Resende
Etologia, Cognição e Sistemas em Desenvolvimento / Briseida Dogo de Resende
Resende; orientador Briseida Resende. -- São Paulo, 2019.
115 f.
Livre-docência (Programa de Pós-Graduação em Psicologia Experimental) --
Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2019.

1. Interação Social. 2. Inteligência animal. 3. Desenvolvimento cognitivo. 4.
Cognição social. 5. Etologia cognitiva. I. Resende, Briseida , orient. II. Título.

Nome: Resende, Briseida Dogo de
Título: Etologia, Sistemas em Desenvolvimento e Cognição

Tese apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Livre Docente. Disciplina: "Psicologia Comparativa e Animal e Etologia".

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof(a).Dr(a): _____

Instituição: _____

Parecer: _____ Assinatura: _____

São Paulo, ____ de _____ de 2019.

Para Rosa (*in memoriam*) e Francisco, os principais responsáveis por tudo que me tornei.

Agradecimentos

Sou extremamente agradecida às alunas e aos alunos que passaram pela minha orientação, pelas minhas aulas, pelo meu convívio. Este trabalho é fruto dessas vivências, de muitas discussões, conversas, aulas. Tudo isso proporcionou o amadurecimento do que foi desenvolvido nesta tese. Cada uma dessas pessoinhas, de maneiras diferentes, trouxe contribuições importantes. A profundidade e a riqueza desta obra emergiram das nossas interações. Destaco o muito querido pessoal do Laboratório de Etologia, Desenvolvimento e Interações Sociais e agregados. Está é mesmo um verdadeiro laboratório de ideias que me deixa muito satisfeita e faz todos os esforços valerem a pena.

Agradeço de forma muitíssimo especial e afetiva três grandes professoras que marcaram fortemente meu caminho e que são bastante responsáveis pelos rumos que fui tomando ao longo da minha formação. A primeira é a minha maravilhosa companheira de sempre, a Profa. Patrícia Izar, que, de mãe primatológica passou a anjo da guarda, especialmente nesse processo de preparação para o exame de livre-docência: desde os tempos de “field” até hoje, quanta coisa compartilhada e construída! A segunda é a profa. Ana Maria Almeida Carvalho, pioneira da Etologia Humana no Brasil que, ao relizar o convite para uma mesa redonda sobre espaço e brincadeira quando eu estava no doutorado, mostrou um caminho fantástico para pesquisas e descobertas. Eu me sinto muito honrada de poder usufruir do seu legado. E a profa. Dorothy Fragaszy, que me apresentou à Psicologia Ecológica e ao pensamento sistêmico. Sou uma pessoa bastante sortuda por as ter encontrado no meu caminho, e por ter sido notada e ajudada por elas.

Meus agradecimentos às queridas profas. Emma Otta e Vera Silvia Raad Bussab, presentes desde o início da minha trajetória acadêmica, fortalecendo a minha formação como etóloga, como docente, como pesquisadora e como professora, sempre com atenção e afeto. Sem todo o suporte e cuidado que elas me proporcionaram, eu estaria ainda engatinhando na vida acadêmica.

Agradeço também aos professores César Ades e Takechi Sato, grandes mestres com os quais tive o privilégio de aprender muito sobre Etologia, e que me deram a sólida estrutura

necessária para ir mais longe. E agradeço ao Prof. Eduardo Ottoni, pela orientação e por tudo que me ensinou sobre pesquisa.

Todas as pessoas que orientei desde meu pós-doutorado impactaram de alguma forma esta tese, e contribuíram para o enriquecimento deste trabalho, mas devo especial agradecimento às alunas e ao aluno cujas pesquisas foram aqui utilizadas: Mariana Nagy-Reis e Fernanda Neves Lacerda, Maria Alice Miranda, Andrés Ballesteros-Ardila. Esta tese não existiria sem esses trabalhos

Agradeço à sensacional Gisele Zago, pela solicitude e por todo o apoio, por toda a ajuda, pela eterna disponibilidade. Agradeço também a Ronara e Nicolas, pelo trabalho em equipe, por cobrir as atividades para que eu pudesse me dedicar a esta tese.

Em nome de todos os funcionários e funcionárias que deram suporte à minhas atividades como docente ao longo desses anos, agradeço a Fátima e Vilma, pelo suporte da secretaria (Vilma, desde lá do IB); a Grazy, por todo suporte técnico; a Angélica, pelo suporte de limpeza e infra-estrutura. Tudo isso melhorou as condições do trabalho de docência e pesquisa, facilitando a construção do conhecimento.

Agradeço ao pessoal da Fazenda Boa Vista, especialmente à Maria e ao Mauro e a toda a família M, e ao pessoal do Parque ecológico do Tietê, por receberem nossa equipe, dar permissão para coletar os dados no local e pelo apoio ao nosso trabalho.

As diferentes pesquisas tiveram apoio financeiro da FAPESP (#2007/57618-5; #08/51031-5), CNPq (CNPq/MCTI N° 25/2015 Ciências Humanas, Sociais e Sociais Aplicadas e CAPES. Não é possível realizar a construção de um país soberano sem conhecimento e ciência, motivo pelo qual é extremamente importante o aporte de recursos pelas Agências do Estado. Sou grata por ter tido este suporte financeiro e espero que muitos pesquisadores continuem tendo.

Agradeço fundamentalmente a minha família, ninho do qual saí e para o qual sempre volto, que me fortalece e me dá chão: minha irmã Gisele, meu cunhado Ricardo, minhas sobrinhas Lorena e Laura, nosso ambiente seguro, que permite alçar vôos arriscados. Agradeço demais, demais, demais, meu pai Francisco e minha mãe Rosa – que não está

mais por aqui (mas de alguma forma está, sim, sempre bem presente em todos os dias da minha vida), por tanta coisa, que eu nem sei. Qualquer coisa que eu escrever, será muito pouco. Obviamente eu não teria desenvolvido este texto se não tivesse tido o grande privilégio de ter sido criada como fui. Agradeço minha filha Marina e meu filho Vinícius, que trouxeram uma profundidade mais ampla para cada ação que eu faço, e que, só por existirem, já me impedem de cair e me empurram para frente. Agradeço por aguentarem mais de perto todo o processo: minha ausência, ou presença nervosa. Minha infinita gratidão ao Beto, companheiro de toda essa jornada, desde lá da graduação, sempre bom conselheiro, mesmo que eu não seja assim tão boa para acatar todos conselhos. Agradeço por tolerar todas as minhas faltas e excessos, pelo seu incondicional suporte, por toda a ajuda ao longo deste processo, por ter estado sempre presente, sempre intenso no afeto.

Como presença consciente no mundo não posso escapar à responsabilidade ética no meu mover-me no mundo. Se sou puro produto da determinação genética ou cultural ou de classe, sou irresponsável pelo que faço no mover-me no mundo e se careço de responsabilidade não posso falar em ética. Isto não significa negar os condicionamentos genéticos, culturais, sociais a que estamos submetidos. Significa reconhecer que somos seres condicionados mas não determinados. Reconhecer que a História é tempo de possibilidade e não de determinismo, que o futuro, permita-se-me reiterar, é problemático e não inexorável (Freire, 1996).

Resumo

Resende, Briseida D. Etologia, Sistemas em Desenvolvimento e Cognição. (2019). 115p. (Tese de Livre Docência). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Nesta tese de livre-docência, utilizando a abordagem etológica, discuto o papel ativo dos indivíduos nos processos de desenvolvimento pelos quais passam, considerando tanto a ontogênese de cada um como processos sociais e filogenéticos, focando especialmente em cognição. Para isso, proponho rever a divisão entre “biológico” e “ambiental”. Serão trazidos conceitos como construção de nicho, nicho de desenvolvimento, corporeamento, *affordances* e percepção-ação, utilizados para compreender aspectos do desenvolvimento motor e da aprendizagem social em primatas. Estas reflexões são articuladas com a proposta do uso da abordagem etológica como instrumento que potencializa a tomada de decisões. A tese está organizada em três capítulos: no primeiro, trago conceitos centrais que embasam a Teoria de Sistemas em Desenvolvimento e a Síntese Estendida da Biologia, e defendo que a ideia de superação da animalidade humana em decorrência da existência de símbolos e cultura é tão equivocada quanto a defesa de programas comportamentais estipulados geneticamente e selecionados para um ambiente que já não existe: estes dois extremos têm a mesma origem no pensamento ocidental que separa os seres humanos dos outros elementos ambientais. Este texto clama pela necessidade de um acerto de contas entre a Biologia e as Ciências Humanas para avançar nas conquistas em questões delicadas, como a sexualidade e sustentabilidade, por exemplo. No segundo, a partir do pensamento sistêmico, trato sobre cognição, trazendo a Psicologia Ecológica e a abordagem da Percepção-Ação para discutir desenvolvimento e aprendizagem de comportamentos cognitivos complexos apresentados por macacos-prego (*Sapajus* sp) e sua relação com a construção de nicho. No terceiro capítulo, estendo a discussão sobre exploração e uso de objetos. A partir do pensamento sistêmico, trago uma reflexão sobre o conceito de brincadeira na etologia, sobre o tempo dedicado ao brincar em nossa sociedade, os impactos no desenvolvimento.

Palavras-chave: Etologia. Cognição Corporeada. Psicologia Comparada. Brincadeira.

Abstract

Resende, Briseida D. Ethology, Developmental Systems and Cognition. (2019). 115p. (Thesis Livre Docência). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

In this dissertation, with the main focus on cognition, I discuss the active role of individual in developmental process through ethological lens, considering ontogenesis as a social and phylogenetic processes. Thus, I propose reviewing the division between "biological" and "environmental". I present concepts such as niche construction, developmental niche, embodiment, affordances and perception-action, used in the comprehension of motor development aspects and social learning in primates. These reflections are articulated with the proposal of using the ethological approach as a tool for decision making. There are three chapters: in the first, I present central concepts that underlie the Theory of Developing Systems and the Extended Synthesis of Biology. I argue that the idea of overcoming human animality due to the existence of symbols and culture is so mistaken as the defense of genetically stipulated behavioral programs selected for an environment that no longer exists: these two extremes have the same origin in Western thinking that separates humans from other environmental elements. I call out for a settlement between Biology and the Humanities to move on in delicate issues, such as sexuality and and sustentability, for example. The second chapter is about cognition with a systemic approach. Using the Ecological Psychology and the Perception-Action approach, I discuss development and learning of complex cognitive behaviors of capuchin monkeys (*Sapajus sp*) and their relation with niche construction. In the third chapter, I extend the discussion about exploration and use of objects through a sistemic reflection on the concept of play in ethology, on the time devoted to play in our society, and on the impacts of play on development.

Keywords: Ethology. Embodied Cognition. Comparative Psychology. Play.

Sumário

1. Agentes biológicos de transformação ambiental e cultural.....	13
1.1 A interação gene e ambiente.....	13
1.2 Construção e Nicho, Corporeamento e a Percepção e Ação.....	23
1.3 Concluindo.....	28
2. Desenvolvimento motor, construção de nicho e nicho de desenvolvimento.....	32
2.1 Da metáfora computacional para a cognição corporeada.....	33
2.2 Cognição corporeada e aquisição de comportamentos complexos: o caso do uso de ferramentas por macacos-prego.....	40
2.3 Quebra de cocos por macacos-prego <i>Sapajus libidinusus</i> da Fazenda Boa Vista, PI.....	42
2.4 Estudos do Laboratório de Etologia, Desenvolvimento e Interações Sociais.....	47
2.4.1 Cinemática do comportamento de quebra de cocos.....	48
2.4.2 Mudanças de comportamento ao longo do desenvolvimento: destreza e estabilidade.....	53
2.4.3 Dimensão temporal: os sinais deixados no ambiente como dicas de aprendizagem para a quebra de cocos, ainda que na ausência de uma demonstração.....	57
2.4.4 Contexto social e nicho cognitivo: Uso de informação e estratégias de forrageio em macacos-prego semilivres do Parque Ecológico do Tietê.....	66
2.5 Nossos resultados e as implicações para o estudo da cognição.....	78
3. A Etologia e o Pensamento Sistêmico aplicados à Brincadeira e Exploração	
3.1 Brincando e Explorando: Visão clássica da Etologia.....	85
3.2 Brincadeira e quebra de cocos em macacos-prego.....	89
3.3 Brincando e Explorando: regulação e interação.....	90
3.4 A brincadeira livre.....	94
3.5 Brincadeira e cognição corporeada.....	95
4. Considerações Finais.....	99
5. Referências.....	100

1. Agentes biológicos de transformação ambiental e cultural

Um olhar atento sobre os embates sociais frequentes na mídia contemporânea indica que estamos bem longe da superação das dicotomias inato/aprendido, ou natureza/cultura (Jablonka & Lamb, 2010). As causas de transtornos do comportamento, ou de diferenças de gênero, ou de habilidades artísticas e cognitivas, seriam genéticas ou ambientais? Frequentemente, a interação gene e ambiente é apresentada como a solução para o impasse. Mesmo neste caso, é mantida uma separação entre “biológico” (frequentemente entendido como “genético”, mas também estendido para incluir o que é fisiológico) e “ambiental” (tudo o que seria diferente de gene, ou do que está envolvido na fisiologia) ou “cultural” (o que é muito difícil de definir, já conceitualizado de inúmeras formas, mas, grosso modo, cultura refere-se ao ambiente simbólico humano, suas tradições e costumes; para uma revisão, ver Pagnotta & Resende, 2013). Defendo neste capítulo que a manutenção destas dicotomias faz com que cheguemos a impasses na construção de sínteses que embasem tomadas de decisões da sociedade, e traz uma acentuação de conflitos inclusive entre pessoas que defendem as mesmas causas. Para isso, tecerei a proposta de que não há separação entre natureza/cultura, apresentando a Síntese Estendida da Evolução e, especialmente, sua articulação com a Teoria dos Sistemas em Desenvolvimento. Passando pelas discussões sobre Cognição Corporeada, Percepção/Ação, e o papel ativo do corpo no desenvolvimento, chegarei à conclusão de que não teremos avanços sociais se continuarmos negando a nossa animalidade e/ou o nosso papel de construtores sociais: precisamos compreender que não temos que dominar ou ser dominados pela natureza, pois somos parte dela. Este capítulo parte de textos que já publiquei: Resende (2010); Resende (2019); Resende (no prelo); Resende e Garcia (2016), alinhando as ideias que lá estão lançadas com o eixo central sobre a animalidade humana.

1.1 *A interação gene e ambiente.*

Pessoas que se identificam com as áreas de Biologia, Etologia, Zoologia têm como certa a impossibilidade de se separar as contribuições de genes e ambiente para a emergência do fenótipo. Por exemplo, Alcock (2011) afirma que não é possível escolher

entre genótipo ou ambiente qual é mais importante, da mesma forma que ninguém diria que um bolo de chocolate deve mais à receita usada pelo cozinheiro do que aos ingredientes. Por outro lado, pessoas que se identificam com as Ciências Humanas concordam que, apesar da nossa biologia, somos seres sócio-culturalmente construídos, e que por causa da cultura, nós teríamos um modo de funcionamento que faz com que questões instintivas fiquem em segundo plano (ou em plano nenhum)¹. Os dois grupos mantêm a dicotomia Natureza/ Cultura: no primeiro, entende-se que não é possível atribuir mais ou menos importância causal à biologia ou à cultura, ainda que elas sejam entendidas como entidades diferentes que interagem. É largamente aceita a noção de que seres humanos apresentam atualmente comportamentos que teriam sido evolutivamente selecionados em um ambiente de savana do Pleistoceno, quando da origem da nossa espécie biológica, e a partir desta herança genética, haveria uma flexibilidade fenotípica (Barkow, Cosmides, & Tooby, 1995). Para o segundo, a ideia da dominação da natureza é a que aparece com força no discurso sociológico contra a “naturalização” do comportamento, um artifício historicamente datado, identificado com o florescimento da expansão capitalista na era vitoriana, e que cabia/cabe como boa justificativa para a ordem vigente e também para a opressão de povos descobertos pelos ocidentais do velho mundo (Lewontin, Rose, & Kamin, 1984). Nenhum dos grupos nega a influência genética ou ambiental, e os dois mantêm a dicotomia Gene/Ambiente, atribuindo importâncias diferentes. Embora se oponham no discurso, têm em comum a mesma origem e compartilham o antropocentrismo que separa a humanidade do mundo natural, a cultura da natureza. Desta separação e da ideia de que somos especialmente diferentes dos outros seres porque produzimos símbolos e culturas, origina-se a separação entre o Domesticado, identificado com o domínio do humano sobre a natureza, e o Selvagem, que seria a própria natureza não dominada (Ingold, 2002).

Na Etologia, é ponto pacífico identificar os humanos como sendo naturalmente culturais. Por exemplo, Bussab & Ribeiro (2004), trazem uma reflexão sobre a “natureza cultural do homem”, defendendo que o aumento da dependência da cultura em humanos foi acompanhado de características biológicas que a favorecem - como o aumento do cérebro, as capacidades linguísticas, contextos sociais complexos - sendo a cultura uma

¹ Colocação semelhante é trazida por Anne Fausto-Sterling (2000) na introdução de seu livro *Sexing the Body*, no qual utiliza a abordagem dos Sistemas em Desenvolvimento para discutir sexo e gênero. Sendo bióloga e ativista LGBTQ, ela transita tanto pelos contextos em que aspectos biológicos são enfatizados, quanto pelos contextos em que a ênfase está na construção social da identidade de gênero.

característica biológica. Barbara Rogoff (2003) descreve o desenvolvimento humano como um processo cultural, e acrescenta que “como uma espécie biológica, nós, os seres humanos, somos definidos em termos de nossa participação cultural”. Somos, portanto, biologicamente culturais ou culturalmente biológicos (Bussab & Ribeiro, 2004; Rogoff, 2003). A dicotomia natureza/cultura vem sendo questionada por meio da defesa de uma terceira perspectiva que, refletindo sobre a forma de classificação dos diferentes elementos envolvidos na emergência do comportamento (Biológicos? Culturais?), propõe a superação da dicotomia pela sua dissolução (ver Resende 2019a; Oyama, Griffiths & Gray, 2001) – o que é diferente da tradicional proposta de interação. Esta vertente vem tomando força nos últimos anos e é a ela que esta tese se alinha.

Conhecida como Teoria dos Sistemas em Desenvolvimento, esta abordagem tem origens que remontam a pesquisadores de meados do século XX. Partindo da discussão de resultados experimentais obtidos em estudos sobre o desenvolvimento, pesquisadores como Kun, Lewontin, Shneirla e Gottlieb promoveram reflexões conceituais sobre o metabolismo e o comportamento e o sentido de se tratar algo como “inato” ou “adquirido” (Oyama et al, 2003). Richard Lewontin (1983) escreveu artigo seminal lançando reflexões sobre a união dos legados de Darwin e Mendel para a criação da Síntese Moderna da Biologia. Para ele, Darwin entendia o organismo como resultado da ação do ambiente, enquanto Mendel entendia que as causas estavam em fatores internos. Na Síntese Moderna, o organismo resultaria da interação dessas duas sequências causais e, nos dois casos, apareceria como objeto (da ação do ambiente e da ação de fatores internos), o que permitiu que a Biologia se encaixasse nas ciências modernas, como a Física e a Química. Sem negar a importância da objetivação do organismo para o avanço da biologia naquele momento histórico, Lewontin (1983), porém, adverte: “nós não devemos confundir a necessidade historicamente determinada de uma postura epistemológica particular para o desenvolvimento de uma ciência em um dado estágio com um modelo perfeito que garantirá todo o progresso futuro”. E acrescentou que esta visão, embora ainda permanecesse satisfatória para algumas áreas da Biologia, estaria em contradição com os fatos trazidos pelos estudos sobre biologia de populações e sobre desenvolvimento. Afinal, o desenvolvimento não seria apenas um “desenrolar” de algo já pré-definido na história evolutiva, e a evolução também não seria apenas uma série de soluções para problemas presentes: “genes, organismos e ambientes estão em interação recíproca entre si de forma que cada um é tanto causa quanto efeito de uma maneira bem complexa, mas perfeitamente analisável”.

Em contraste com o que Mendel e suas ervilhas nos revelavam sobre fenótipos diretamente determinados por genes, sabemos atualmente que a vasta maioria das características dos organismos envolve o controle de vários genes, que podem reagir de forma diferente a depender do ambiente, e que esta resposta é não-linear (Jablonka & Lamb, 2001). Lewontin relativiza a centralidade do gene na construção dos traços, apontando, por exemplo, que sua ação é sensível ao estado do ambiente (como temperatura e umidade, por exemplo), e que a sensibilidade ambiental de uma dada configuração gênica depende também de outros loci: fatores internos e externos, além de terem papel ativo no desenvolvimento, determinam o papel que o outro terá, ou seja, as causas internas e externas interagem entre si. Indo além, ele afirma que cada organismo é também causa de seu próprio desenvolvimento, mediando como todos os fatores influenciarão seu futuro. Inclui neste raciocínio a “ordem temporal”, que é a essência do processo de desenvolvimento: o fenótipo do instante presente depende do que foi no instante anterior. Assim, em uma mesma ninhada, um indivíduo pequenino sentirá os efeitos da temperatura de forma diferente de um irmão um pouco maior. Essa diferença pequena pode levar a grandes diferenças no curso do desenvolvimento.

Seguindo esta linha, Gilbert Gottlieb (2001) considera que o desenvolvimento comportamental dos indivíduos de uma dada espécie ocorre de acordo com probabilidades, conforme certas normas. Assim, não seguiria um curso invariável e inevitável: os genes se expressam em resposta a estímulos internos e externos e reagem a indicações ambientais. A função modifica o curso do desenvolvimento das estruturas relacionadas, o que aponta para a bidirecionalidade Estrutura ↔ Função. Os organismos são então considerados sistemas em desenvolvimento, e a interação dinâmica e bidirecional dos elementos que compõem os sistemas – internos ou externos – define as características emergentes. Todos os elementos, em nível micro e macro, estariam interagindo, havendo um controle distribuído, e não gene-centrado, no que se refere à manifestação dos caracteres dos organismos (Griffiths & Gray, 2005). Cada traço do organismo é produzido pela interação de múltiplos recursos, sendo o gene apenas um deles.

Dependendo do assunto que se quer estudar, poderíamos, então, separar os genes dos outros elementos do ambiente, mas poderíamos também fazer outras opções de separação (Lewontin, 1983). Desta forma, a distinção entre o gene e todos os outros fatores causais agrupados no que se chama “ambiente” é apenas uma das formas de agrupamento possíveis, que pode ser útil em algumas situações, mas inadequada para

capturar outros fatores causais (Oyama et al, 2003). Conforme aponta Gottlieb (2001), a atividade dos genes é regulada da mesma forma que o resto do organismo: os genes participam da construção das proteínas, as proteínas estão também sob outras influências, de forma que os genes não são responsáveis por produzir traços definitivos. Afinal, genes devem ser identificados como parte do organismo (e não como um “diretor/controlador” separado que reside nele). Também devemos prestar atenção ao contexto de desenvolvimento, porque organismos e ambiente formam um sistema em desenvolvimento, não sendo componentes independentes (Michel & Moore, 1995). É, portanto, injustificada a visão unidirecional e dicotômica gene-centrada da ontogênese das características: o desenvolvimento não segue apenas um único caminho, ou alguns caminhos já previamente determinados, embora seja possível pensar que haja trajetórias mais prováveis (Gottlieb, 2001).

Além de apresentar a crítica à ontogênese pré-programada, Lewontin (1983) acrescenta sua famosa crítica ao “adaptacionismo”: ou seja, discorda de que os organismos evolutivamente se adaptam a um ambiente, pois refuta a ideia de que os nichos ecológicos existem antes dos organismos, que depois o ocuparão. Apesar disso ser usado para explicar os encaixes perfeitos entre organismos e ambientes, para este autor faz mais sentido pensar que, como os organismos atuam nos ambientes, esse encaixe vai se produzindo como consequência das atividades de vida, o que nos leva aos fundamentos do conceito de construção de nicho. Então, um nicho só se configura enquanto tal na presença dos organismos, pois eles não se adaptam passivamente ao ambiente: eles o constroem, e daí surge o conceito de construção de nicho (Laland, Odling-Smee, & Feldman, 2000 e 2001). Desta perspectiva, é central a atribuição do papel de agente do organismo, sujeito das transformações, e não apenas objeto delas. E assim os processos de desenvolvimento são alçados a tema de importância essencial nos estudos do comportamento e nos processos evolutivos. A metáfora da construção leva a outra visão sobre Seleção Natural, que inclui coevolução, bidirecionalidade e desenvolvimento, e um controle distribuído do que determina as características emergentes no sistema.

A Seleção Natural proposta por Darwin diz respeito à “preservação das variações favoráveis (a um tipo) e eliminação das nocivas” (Darwin, 1859/2004). Juntando esta teoria com a genética de Gregory Mendel, Fisher, Haldane, e Wright elaboraram, trabalhando de forma independente, o que ficou conhecido como Neodarwinismo, ou Síntese Moderna da Evolução (Ridley, 2004). A Síntese Moderna incorporava

fundamentos da genética e negava a importância da herança de caracteres adquiridos para explicar evolução, que ocorreria por Seleção Natural.

O pensamento de Konrad Lorenz sobre padrões de comportamento inatos e imutáveis, definidos geneticamente e que caracterizariam as espécies, estava em consonância com esta síntese (Lorenz, 1950). Porém Lorenz, personificando a Etologia Clássica, foi duramente criticado por Daniel Lehrman (1953), que alegava que a “teoria do instinto” apresentava graves falhas: a ideia de que as características de cada idade apareceriam no momento adequado, como se o desenvolvimento fosse um desenrolar de algo já previsto nos genes é posta como inadequada, por não considerar que uma estrutura sempre emerge do que havia antes. Afinal, o crescimento das estruturas impacta o desenvolvimento, e há aprendizagem desde períodos embrionários (Lehrman, 1953/2001, Lewontin, 1983). Ou seja, Lehrman criticou principalmente o fato de Lorenz e, conseqüentemente da Etologia, ignorarem os aspectos do desenvolvimento que levam à emergência do padrão comportamental. Sensível às críticas, o etólogo Niko Tinbergen (1963) somou a questão “ontogênese” às outras três que já haviam sido colocadas anteriormente pelo evolucionista Julian Huxley, filogênese, função, mecanismo, publicando seu seminal artigo “On aims and methods of Ethology”.

Apesar da crítica de Lehrman ter tido acolhimento no meio etológico, e de ter muito contribuído para os avanços no pensamento científico, é largamente encontrada a persistência da dicotomia entre inato e aprendido em discussões envolvendo as diversas áreas de estudos sobre comportamento, inclusive a própria Etologia (Resende, 2019). Há um entendimento por parte de alguns autores de que a proposta de Tinbergen não traz uma resposta definitiva à crítica: apenas joga o mesmo problema básico colocado por Lehrman para um momento mais precoce na vida do organismo (Oyama et al., 2003), ou seja, genes continuam sendo identificados como os controladores das características dos organismos. Mas a herança biológica inclui muito mais do que os genes, que são apenas um elemento deste sistema, que inclui as estruturas celulares, os elementos dos ambientes intra e extra-celulares, aspectos da vida intra-uterina ou do ambiente interno do ovo, auto-estimulação do próprio organismo, e aspectos do mundo físico e social (Michel & Moore, 1995).

Por isso, as geneticistas Eva Jablonka e Marion Lamb (Jablonka & Lamb, 2001) defendem a necessidade de incluirmos no pensamento evolutivo quatro diferentes sistemas de herança: o Sistema de Herança Genético, o Sistema Epigenético, o Sistema Comportamental e o Sistema Simbólico. Assim, haveria uma herança estendida para além

do DNA: há um vasto leque de recursos herdados que interagem para construir o ciclo de vida de um organismo (Oyama, Griffiths & Gray, 2003). Nem os caracteres, nem representações dos caracteres são transmitidos à prole. Em vez disso, os caracteres são feitos e reconstruídos ao longo do desenvolvimento e, de uma geração para outra, há recursos heterogêneos contingentes que se reajuntam frequentemente de forma semelhante em cada ciclo de vida. Portanto “desenvolvimento” é entendido como um processo de construção.

Jablonka e Lamb (2001) reforçam que o desenvolvimento ficou por muito tempo em segundo plano para os evolucionistas. Elas resgatam Lamarck, que explicava a origem da variação dos caracteres adquiridos pela lei do uso e desuso, enfatizando que esta explicação, apesar de largamente negligenciada pelos biólogos contemporâneos, foi adotada por Darwin em edições mais novas de seu livro “Origens das Espécies” para explicar a fonte das variações de tipo sobre as quais a Seleção Natural atuaria. Jablonka e Lamb apresentam uma visão NeoLamarckista. Mas com isso não querem dizer que filhotes de girafas herdarão pescoços compridos em virtude da lei do uso e desuso. Elas explicam que, mesmo quando apenas o sistema de herança genético está em foco, a atividade do organismo interfere nos genes que estarão ativos, o que pode levar à retroalimentação positiva e ao aumento de sua frequência na população. Além disso, em cada organismo podem estar contidos muitos níveis de organização, ou sistemas, desde aqueles envolvendo uma única célula, até aqueles envolvendo organismo e o ambiente (Michel & Moore, 1995). Cada sistema tem propriedades emergentes do seu nível (que pode ser molecular, celular, relativo ao organismo, ao contexto social, cultural ou populacional) e interagem com os outros níveis. Lewontin e Levins (2007) afirmam que os processos de ontogenia e filogenia são melhor descritos como fractais e não como processos lineares, o que faz com que o desenvolvimento e evolução sejam entendidos como sistemas complexos em desenvolvimento vistos em escalas temporais diferentes.

Para a Teoria dos Sistemas em Desenvolvimento, se os organismos estão interagindo com o meio, alterando-o e por ele sendo alterados em diferentes escalas temporais, a evolução não pode ser um fenômeno que diz respeito a organismos ou populações sendo passivamente moldados por seus ambientes: trata-se de sistemas organismo-ambiente mudando ao longo do tempo. Os teóricos dos Sistemas em Desenvolvimento propõem, então, que haja uma releitura da síntese neodarwinista proposta na primeira metade do século XX, chamada também de Síntese Estendida da Evolução (*Extended Evolutionary Synthesis*, ou EES) (Laland et al., 2015). Apoiando esta

proposta, Laland et al. (2015) afirmam que a síntese correntemente utilizada, que chamam de Teoria Evolucionista Padrão (*Standart Evolutionary Theory*, ou SET), a Síntese Moderna, enfatiza os genes como fonte de herança, e considera de menor importância as mudanças que ocorrem ao longo do desenvolvimento, não podendo jamais interferir no curso da evolução, já que apenas genes são herdados. Para Laland e colegas, há resultados que não se encaixam nesta teoria, e que podem ser mais bem explicados com uma mudança de paradigma que considere que os processos pelos quais os organismos crescem e se desenvolvem sejam reconhecidos como causas da evolução. Müller (2017) concorda, explicando que o conhecimento expandiu muito desde a formulação da Síntese Moderna em diversas áreas do conhecimento biológico, como biologia evolutiva do desenvolvimento, epigenética, ecologia, genética de populações, microbiologia, biologia de sistemas, além de ter havido um amadurecimento teórico apoiado por argumentos das ciências sociais e culturais. O desenvolvimento é apontado por Müller como um processo negligenciado pela Síntese Moderna, o que seria uma falha grave. Esses teóricos também defendem que os organismos são construídos ao longo da vida, e não simplesmente “programados” pelos genes para se desenvolver. Reforçam que os organismos não evoluem “para” se adaptar a um ambiente pré-existente, pois há uma coconstrução e uma coevolução. Para eles, a visão gene-centrada não consegue capturar todos os processos envolvidos na Evolução: fenômenos como a influência do desenvolvimento físico na geração de variação, mudanças nos traços dos organismos causadas diretamente pelo ambiente, mudanças que os organismos causam no meio (construção de nicho), e o fato dos organismos transmitirem mais do que genes entre gerações estão ligados à bidirecionalidade entre estrutura e função e evidenciam o papel atuante do organismo na sua evolução (Laland et al, 2015). Portanto, para os defensores da Síntese Estendida, estes aspectos também podem ser apontados como causa da Evolução (Laland, Odling-Smee, & Endler, 2017). Afinal, a modificação que o organismo faz no ambiente indica que pode haver mudanças sistemáticas que enviam a seleção. Levando em conta a ideia de sistemas em desenvolvimento, os resultados não são infinitos nem ao acaso, pois as características emergem dos sistemas. A Síntese Estendida é proposta como uma abordagem teórica que inclui a pluralidade de fatores e relações causais dos processos evolutivos (Müller, 2017).

Apesar de vir ganhando força, há quem discorde da necessidade de se criar uma nova síntese: Stoltzfus (2017), por exemplo, reconhece que a Síntese Moderna seja obsoleta e incapaz de abarcar os resultados encontrados em pesquisas realizadas ao longo

dos 80 anos que seguiram sua formulação, mas considera que não é possível criar uma teoria que unifique tudo, defendendo que a Biologia abandone uma teoria única e trabalhe com a diversidade de teorias. Pesquisadores como Gupta, Prasad, Dey, Joshi, e Vidya (2017) criticam especificamente a Teoria de Construção de Nicho como processo evolutivo, argumentando que nada acrescenta que justifique a expansão da Síntese Moderna. Para eles, a Teoria Evolucionista Padrão nunca negligenciou os efeitos dos organismos no ambiente, já que tudo o que um organismo faz causa alterações. Este argumento é também sustentado por Futuyma (2017), segundo o qual Construção de Nicho é só um rótulo novo para um fenômeno já conhecido. Gupta et al. (op cit) acusam os proponentes da Teoria da Construção de Nicho de negligenciar tudo o que já foi produzido sobre as alterações que organismos causam no ambiente sob a ótica da Teoria Padrão. Feldman, Odling-Smee e Laland (2017), em sua resposta, lamentam o tom agressivo dos colegas, e apontam que o principal diferencial da Teoria de Construção de Nicho é ressaltar o papel diferenciado dado à agência que cada organismo no desenvolvimento e na evolução. Futuyma (op cit) argumenta que a Síntese Evolucionista vem sempre sendo expandida desde sua proposta inicial para incluir novas descobertas. Reconhecendo o valor do debate científico e de novas ideias, adverte que é necessário haver apoio empírico para que novas teorias sejam aceitas.

Ainda que ainda que não haja uma agenda comum entre os diferentes programas de pesquisa relacionados à evolução, e ainda que há tempos os estudos evolucionistas venham discutindo a interação organismo/ambiente, a expansão das pesquisas e o reconhecimento cada vez maior de que o fenótipo resulta de processos de desenvolvimento que vão além dos correlatos genéticos e a ênfase no papel ativo do organismo justificam a formulação da Síntese Estendida (Izar, 2016). Soma-se a isso a necessidade de haver uma linguagem facilitadora da comunicação entre a academia e o grande público, passando pelas escolas e mídia em geral. Quando inicialmente proposta, esta foi a grande contribuição da Síntese Moderna: a organização das ideias vigentes na época em uma vasta teoria. No momento atual, não cabe apenas fazer emendas e adendos: uma nova fundamentação que reestruture toda a teoria é necessária para incluir e enfatizar os aspectos sistêmicos (Müller, 2017; Pigliucci, 2007).

Seguindo a Teoria dos Sistemas em Desenvolvimento, que dialoga e se alinha à Síntese Estendida, Bateson e Laland (2013) apresentam as implicações de se considerar com profundidade o papel do desenvolvimento na apresentação do comportamento em artigo em que revisitam as quatro questões de Tinbergen. Os autores valorizaram a

importância do estudo do comportamento nos quatro níveis propostos, e refinaram as questões com base no que foi alterado nos últimos anos. Bateson e Laland (2013) apontam que “desenvolvimento”, na época de Tinbergen, era visto como um processo que começava na concepção do organismo. Porém, se incluirmos o entendimento que há processos extra-genéticos, como efeitos citoplasmáticos, legados ecológicos, tradições e cultura, a ontogênese pode ser entendida como algo que começa bem antes e sua compreensão requer o conhecimento dos vários fatores que são herdados, e o modo pelo qual os pais construíram o ambiente de desenvolvimento. Considera-se que a hereditariedade vai além da transmissão de DNA, incluindo transmissão de recursos que permitem que os nichos de desenvolvimento sejam continuamente construídos. Pensando em “filogênese”, essas considerações indicam que o comportamento tenha tido um papel mais ativo nos processos de evolução. Para Bateson e Laland (2013), a questão etológica referente aos “mecanismos causais” tem sido a mais diretamente estudada, com muitos avanços. Porém eles fazem uma ressalva em relação à terminologia, sugerindo a adoção do uso do termo “mecanismos de controle”, que capturaria melhor a intenção de Tinbergen de enfatizar as explicações imediatas do comportamento. Os autores apontam que as mudanças causadas pelo desenvolvimento são contínuas, e se dão por meio dos mecanismos de controle, e, assim, questões relacionadas ao desenvolvimento e aos mecanismos serão sempre de alguma forma imbricadas.

Flynn, Laland, Kendal e Kendal (2013) afirmam que muito da construção de nicho dos humanos é guiada por conhecimentos socialmente aprendidos e por herança cultural, mas transmissão e aquisição destes traços são dependentes de informação pré-existente adquirida por evolução genética, processos ontogenéticos complexos, ou aprendizagem social prévia. Stotz (2017) distingue entre “construção de nicho de seleção” e “construção de nicho de desenvolvimento”, sendo que pode haver sobreposição: o primeiro seria referente ao ambiente de seleção natural, que envolve o contexto de sobrevivência e reprodução; o segundo se refere ao ambiente em que o organismo irá se desenvolver, considerando aspectos psicobiológicos. Para Flynn et al (2013), a construção do nicho de desenvolvimento se refere às alterações do ambiente que influenciarão a aprendizagem. Flynn e colegas consideram ainda o papel de destaque que a aprendizagem e o desenvolvimento podem ter na evolução, porque o conhecimento aprendido pode guiar a construção de nicho, influenciando o ambiente de seleção. Desta forma, apontam como direções futuras estudos referentes a interações entre parceiros, normas sociais, cultura e crenças, estudando, por exemplo, comportamentos sociais de crianças se relacionando

entre si ou com cuidadores. Isso significa apontar na direção do estudo da construção de nicho ao longo da vida, considerando que normas sociais diferentes exercerão influências diferentes na forma como cada um se desenvolve em seu nicho.

Interações iniciais influenciam e são influenciadas pelo nicho cultural, estando os indivíduos desde sempre imersos no contexto social e socialmente construído. As interações entre ambientes sócio-político e fatores individuais como o temperamento e a personalidade devem ser investigadas em conjunto, pois há uma bidirecionalidade nas influências exercidas entre indivíduo e contexto social. Seres humanos e não-humanos não são recipientes passivos de herança cultural ou biológica: são agentes, influenciando o que é aprendido por meio de mudanças no seu desenvolvimento cognitivo, e sua busca ativa por conhecimento, que agem alterando e construindo seu ambiente (Fragaszy, Eschchar, Visalberghi, Resende, Laity, & Izar, 2017).

1.2 Construção e Nicho, Corporeamento e a Percepção e Ação

A construção de nicho está fundamentada na ideia de que os organismos vivos não são entidades passivas, pois ativamente constroem o ambiente, moldando a natureza do mundo, portanto construindo também o regime seletivo no qual vivem e se reproduzem, pois atuam na determinação de parte das pressões seletivas pelas quais eles e seus descendentes estarão expostos (Laland, Odling-Smee, & Feldman, 2001; Lewontin, 1983).

Relacionada à construção de nicho está a construção do nicho cognitivo. Este conceito, tradicionalmente utilizado no contexto de discussão da evolução da inteligência humana (DeVore & Tooby, 1987), pode ser definido como a capacidade de juntar e utilizar informações e conhecimento proveniente do ambiente social e físico de uma forma epistemologicamente relevante (Bertoloti & Magnani, 2015). O nicho cognitivo está incluído no nicho de cada espécie (Barret, Henzi & Lusseau, 2012), mas, ao criar este termo, pretendeu-se dar um destaque para a sofisticação das habilidades cognitivas de homínídeos (comumente estendido para as habilidades cognitivas de outros primatas). Trazendo o pensamento sistêmico também para o campo da cognição, temos que os processos cognitivos envolvem não apenas características neurais, mas também corporais e ambientais: a cognição está ancorada no ambiente ecológico e social do organismo. O corpo está no mundo e é nele que vive sua história. No corpo, está o cérebro, que apesar da sua extrema importância nos processos cognitivos, é apenas mais um elemento do sistema. Além dele, os órgãos responsáveis pela percepção e pelas ações são

fundamentais, bem como a temporalidade (a influência do tempo na resolução de tarefas), as interações, as estruturas físicas do ambiente, que podem inclusive estar impregnadas de memórias (Ades, 1993). Depreende-se daí que a mente não é separada do corpo, nem do ambiente: ela emerge das interações destes elementos. A cognição é, portanto, corporeada (*embodied*). Como ela não acontece de forma desprendida do mundo físico, é também situada. Como não está localizada no cérebro, mas nas diversas interações dos elementos deste sistema, é então estendida e distribuída (Ballesteros-Ardila & Resende, 2015). Este quadro teórico defende que a cognição tem uma natureza distribuída, com a coordenação simultânea de todos os elementos constituintes do sistema, que depende da estrutura social e física² do contexto ao qual estão inseridos (Strum, Forster, & Hutchins, 1997). A cognoscência ocorre por meio de ações no mundo percebido. Abandona-se a metáfora computacional para a explicação da cognição, entendendo-se que estas propostas não consideram o fato de que para percebermos o ambiente precisamos agir nele (este assunto será mais desenvolvido no Capítulo 2). Estamos sempre alterando o mundo e construindo nosso nicho cognitivo, e nele nos desenvolvemos. O conhecimento, então, é “imaneente na vida e na consciência do conhecedor na medida em que se descortina nos campos da prática realizada por meio da sua presença enquanto ser-no-mundo (Ingold, 2001)”.

O entendimento da cognição como sendo corporeada, situada e estendida encaixa-se no pensamento sistêmico, e expande o pensamento cognitivista: incluindo uma visão sócio-construtivista identificada com Vygotsky³, Luria e Leontiev⁴, insere o indivíduo em um contexto mais amplo, em que ele é tão protagonista como qualquer outro elemento do sistema. Para Strum et al (1997), a cognição corporeada e situada foca no papel que as estruturas do ambiente têm na cognição, e pode ser definida como um sistema de coordenação entre elementos tanto dentro como fora dos organismos. A unidade de análise vai além do indivíduo para incluir organismos e ambiente, havendo um elo entre

² A estrutura social pode ser entendida como parte da estrutura física, pois os eventos sociais se dão no mundo físico. A divisão é normalmente feita para ressaltar esse subconjunto, devido à sua importância.

³ O nome deste importante autor tem sido grafado de diferentes formas: Vigotski, Vygotski, Vigotski, Vygotski. Qualquer destas formas é uma adaptação ao nosso alfabeto. Optei por seguir a grafia adotada por La Taille, Oliveira, e Dantas (2019), na nova edição de *Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. Assim como eles, a grafia das referências seguirá a forma empregada no texto de origem.

⁴ Estes autores consideram o desenvolvimento emergindo das atividades sociais ao invés de focar apenas no indivíduo como unidade de análise. A conhecer e adotar estas ideias, os estadunidenses acrescentaram ao conceito de “ação situada”, segundo a qual o comportamento é organizado por meio de negociações contínuas com os elementos do ambiente (incluindo outros organismos).

os eventos cognitivos em um nível individual e os que emergem das interações. Isso contrasta com a “cognição clássica”, que, apesar do papel central atribuído ao cérebro, parece desincorporada, desencarnada, e mantém a separação mente/corpo, outra dicotomia bem conhecida dos ocidentais. A “cognição clássica” também é desambientada, porque o contexto geral parece não ter tanta importância para o estudo do fenômeno. Pela abordagem da cognição corporeada, entende-se que, como cada indivíduo é diferente, e cada situação é diferente, as propriedades das interações emergem da ação dinâmica envolvendo as contribuições dos participantes e do meio. O significado, a coordenação dos eventos e as ações estão nas interações, e não nos indivíduos. Estudar o desenvolvimento seria então entender como surge essa coordenação.

Na medida em que uma dada espécie apresenta mais interações sociais, as influências sociais terão mais peso na aprendizagem e no desenvolvimento. Se aumentarmos nossa atenção aos componentes do ambiente cultural, aumentaremos nossa compreensão sobre as influências sociais na aprendizagem (Fragaszy, Biro, Eshchar, Humle, Izar, Resende, & Visalberghi, 2013). Sendo inevitavelmente afetada pelas configurações ambientais, a aprendizagem passa pela experiência de cada um (Fragaszy & Perry, 2003), que se dá a partir da percepção e da ação dos organismos.

É, portanto, crucial o estudo das formas de obtenção/seleção da informação, sendo estes os pontos centrais das obras de James e Eleannor Gibson, que utilizam o que chamam de Abordagem Ecológica. Ele, focando nos sentidos. Ela, no desenvolvimento da percepção/ação. Central nesta abordagem é o conceito de *affordances*:

"The verb to afford is found in the dictionary, but the noun affordance is not. I have made it up. I mean by it something that refers to the complementarity of the animal and the environment" (p127) e mais adiante: "Affordances are properties taken with reference to the observer. They are neither physical nor phenomenal" (p143) Notice! neither physical nor phenomenal (Gibson, 1969).

Para eles, não há como estudar e entender o desenvolvimento e as mudanças no comportamento se não for considerado o papel do corpo ativo no ambiente. Sendo assim, tira-se a ênfase dada anteriormente à maturação cognitiva e representação mental e coloca-se no que emerge da prática e da aprendizagem perceptual.

Os organismos exploram o ambiente por meio da produção de vários tipos de relações de espaço e força entre os objetos e superfícies (Lockman, 2000), e assim aprendem as propriedades de tais relações, aprendem sobre as características dos objetos e das superfícies e o que conseguem fazer com isso, aprendem a coordenar as relações

encontradas. É enfatizado o ajuste entre o animal e o ambiente, e entende-se que novas habilidades emergem porque múltiplas forças dinâmicas de crescimento guiam as mudanças (Thelen, 1995). As habilidades comportamentais associadas a certas idades não são entendidas como previamente determinadas por algum tipo de relógio do sistema nervoso central que faz com que os comportamentos vão aparecendo conforme a pessoa vai amadurecendo: são propriedades que emergem de uma confluência de coerções estabelecidas pela natureza da tarefa, pelos elos mecânicos e neurais do corpo, e por um fluxo particular de energia que passa pelo corpo (Lockman & Thelen, 1993). É isso que traz a semelhança na sequência temporal encontrada, por exemplo, no aprender a andar dos bebês (Michel & Moore, 1995). Ou seja, esta sequência é uma propriedade emergente de um sistema complexo, e não algo controlado por genes ou pelo amadurecimento (Smith & Thelen, 1993). Para Thelen, o movimento não está “na” criança, como um programa fixo de ação, ou um conjunto de reflexos, mas é contingente ao ambiente, não havendo um elemento único que contém uma instrução prévia para o desempenho comportamental: a essência do comportamento não está nem apenas no organismo, nem apenas no ambiente, e nenhum deles tem uma prioridade lógica na explicação do comportamento ou suas alterações (Thelen & Ulrich, 1991, p. 24).

Assim como Thelen, Gibson e Pick (2000) discordam da ideia de que o desenvolvimento consiste em uma simples maturação de algo que já estava pré-dado, ou programado, e que vai se desenrolando conforme passa o tempo. Elas reforçam que o desenvolvimento de cada traço é reconstruído no processo de cada indivíduo, e na sua interação com o meio, de acordo com as possibilidades de cada situação⁵. A abordagem ecológica ao desenvolvimento perceptual enfatiza que desenvolvimento é o resultado da interação do organismo com seu ambiente desde o começo. Sendo o desenvolvimento um processo dinâmico, cada organismo segue seu próprio processo de organização e criação, e, então uma dicotomia simples entre fatores genéticos e ambientais não é possível, porque não é possível uma separação discreta destes elementos quando consideramos as transformações pelas quais passam.

O comportamento é uma junção cooperativa de múltiplos componentes, sendo tanto um produto do sistema nervoso e dos músculos, quanto do mundo em que o organismo vive. De acordo com Ingold (2001), o corpo passa por processos de

⁵ Apesar de trazer este olhar construtivista para a ontogênese, as autoras não questionam o sujeito como objeto na filogênese.

crescimento e atrofia, e, conforme isso ocorre, habilidades particulares, hábitos, capacidades, forças e debilidades e fraquezas vão marcando sua constituição neurológica, muscular e anatômica. Desta forma, o autor defende que não é possível separar corpo (a matéria) de organismo (o ser que vive atuando em seu ambiente): o corpo é o organismo, e processos de corporeamento e desenvolvimento são a mesma coisa⁶. Ao se referir a seres humanos, como o desenvolvimento nunca é descontextualizado, não é possível separar o organismo da pessoa. Ou seja, não faz sentido fazer referência ao “organismo” como aquele que participa dos processos “naturais”, interagindo com os outros animais, as plantas e as entidades inanimadas, e à “pessoa” como aquela que participa dos processos sociais, interagindo com as outras pessoas. Seres humanos são sempre organismos-pessoas, e tudo o que é vivenciado marca o corpo e o ambiente.

Concordando com Ingold, a bióloga e ativista Anne Fausto-Sterling (2001) propõe a dissolução do dualismo sexo e gênero. Ela afirma que “à medida que crescemos e nos desenvolvemos, nós, literalmente e não só ‘discursivamente’ (isto é, através da linguagem e das práticas culturais), construímos nossos corpos, incorporando a experiência em nossa própria carne (...) A sexualidade é um fato somático *criado por* um efeito cultural (grifo da autora)”. Fausto-Sterling enfatiza que existem hormônios, próstatas, úteros e outras partes do corpo anatômicas e fisiológicas que são usadas para distinguir o masculino do feminino, e que as pessoas se desenvolvem em contextos em que os discursos sexuais vão incidir sobre os caminhos de desenvolvimento, que vão literalmente sedimentar na matéria que constitui o corpo. Não há um momento na vida do organismo em que não houve influência social. Não é possível imaginar que o biológico é reduzido a moléculas de DNA. Neste ponto, a autora se junta a Judith Butler, explicando que os domínios da biologia, anatomia, fisiologia, composição hormonal e química, doença, idade, peso, metabolismo, vida morte não podem ser negados. Butler (2011) propõe que sejam deixadas de lado a concepção de que o sexo é algo biologicamente determinado e a concepção de que gênero é socialmente construído. A autora propõe um retorno à noção de matéria, não enquanto mera superfície, mas enquanto processo de materialização cuja estabilização ao longo do tempo produz a noção de limite, rigidez e superfície. Ou seja, entra em foco o desenvolvimento, o processo. Ela enfatiza a importância do discurso nas práticas diárias, diretamente impactante na sexualidade e na identificação de gênero.

1.3 Concluindo

Conforme disse Lewontin (2001), “as mudanças que ocorrem no organismo dependem apenas dos constituintes de suas células que estão presentes no ovo fertilizado e na sequência de ambientes nos quais o organismo passa sua vida”. Isso não é pouca coisa. As características dos ambientes não são independentes dos organismos, pois as atividades dos corpos sofrem mudanças devido aos estados físicos que vivenciam, e também causam neles mudanças (Lewontin, 2001). Em cada organismo, o comportamento emerge de um processo de constante construção ao longo de seu desenvolvimento. O ambiente cultural será essencial e sempre indissociável das experiências individuais (Resende, 2019). Desde o momento que passaram a existir (ou até antes disso!), os organismos estão se desenvolvendo influenciados pelo seu ambiente: estão alterando este contexto, e sendo por ele alterados. O organismo e seu ambiente se influenciam e mudam ao longo do desenvolvimento: o ambiente pode ser alterado em diferentes estágios de desenvolvimento, em parte devido às próprias atividades do organismo (Michel & Moore, 1995).

Se agimos no mundo por meio do corpo, se os processos de desenvolvimento são produzidos por moléculas e células de organismos inseridos em comunidades e nichos (incluindo ambiente físico, social e cognitivo), não faz sentido a separação gene/ambiente ou natureza/cultura, e não faz sentido ignorar nossa animalidade em qualquer ponto de discussão sobre o comportamento humano. Nosso corpo, com toda a sua animalidade, sempre carregará também tudo o que é socialmente construído (Fausto-Sterling, 2001). As pessoas nascem com heranças genéticas, epigenéticas, sociais e culturais, e tudo isso marca o corpo ao longo do desenvolvimento, pois há uma bidirecionalidade entre estrutura e função. Esta não é uma colocação trivial e nem superada, na medida em que há acalorados debates pipocando em diversas instâncias. A compreensão das sutilezas envolvidas no que está aqui colocado fortalece as possibilidades de avanços sociais na direção do enfrentamento dos pontos nevrálgicos contemporâneos.

Por exemplo, o assunto da transgenia tem adquirido cada vez mais relevância social, e sua visibilidade tem sido iluminada seja nos aparecimentos em novelas ou entre celebridades, e, mais recentemente, em discussões políticas. Este é um assunto delicado. A sexualidade é, sim, socialmente construída e a Biologia tem tudo a ver com isso, pois cada corpo é sempre biologicamente composto, e a Biologia não é sinônimo de genes, e nem os genes são os controladores do comportamento. Em abril de 2019, em uma discussão na câmara dos deputados do estado de São Paulo, uma deputada explicava que

peessoas trans se identificam de forma diferente ao sexo biológico ao qual foram designadas socialmente ao nascer. Entre outras coisas, trouxe a informação de que a hormonoterapia em mulheres trans faz com que tanto a musculatura quanto a estrutura óssea passem a equivaler a de uma mulher cis. Ao que um deputado rebateu dizendo que um esqueleto de uma mulher trans, se encontrado por cientistas daqui a 100 ou 200 anos, seria considerado por médicos como sendo masculino. Esta colocação evidencia a dificuldade de se reconhecer que a mudança de sexo deixa efetivamente marcas no corpo: modo de viver, costumes, postura, alimentação, hormônios, tudo isso causa alterações estruturais que ficarão, sim, nos fósseis. Ainda que os ocidentais não estejam dispostos a abrir mão da forma binária de reconhecimento de gênero, podem reconhecer que as pessoas não estão pré-formadas quando nascem: elas sempre vão “se tornando” ao longo da vida. Mas, ao reconhecer isso, o perigo é cair no extremo oposto de se afirmar que, por causa da cultura, os seres humanos superaram sua animalidade, conforme ilustra o exemplo a seguir.

Em outro contexto, em uma roda de conversa incluindo educadores interessados na promoção da cooperação entre os alunos e alunas, e no desestímulo da competição, um participante perguntou como tratar a questão da competitividade imanente nos adolescentes, exemplificando com questões ligadas à manifestação da sexualidade, controlada por hormônios. Nas respostas, os educadores pontuaram a separação entre humanos e outros animais. Trazendo uma visão sociológica, argumentaram que a competição que existe na natureza entre os animais seria radicalmente diferente da competição existente na sociedade capitalista. Defenderam que, embora os humanos nunca deixem de ter sua existência “natural” - pois respiram, se alimentam, etc. - a passagem do mundo “natural” para o mundo cultural humano sofreria mediações que passam pelas necessidades simbólicas e culturais, não sendo nunca necessidades imediatamente naturais. A ideia de competição teria sido naturalizada a partir da Teoria da Seleção Natural, uma teoria vinculada à sociedade vitoriana de crescimento capitalista, onde o discurso da competitividade e da sobrevivência do mais apto é usado para legitimar a ordem social. Afirmaram que, ainda que a Teoria da Seleção Natural funcionasse para os outros animais, a sua aplicação para os humanos não poderia ser feita de forma automática, afinal não haveria humanos puros de natureza, por sempre estarem imbricados em contextos simbólicos e culturais. Diziam que mesmo que fosse possível esta aplicação aos humanos, nós, com nossas capacidades simbólicas e culturais, nos diferenciaríamos por poder alterar os contextos, de acordo com nossos valores.

Entendo ser essencial situar o contexto histórico das teorias científicas e manter uma postura crítica. Mas é igualmente importante não jogar o bebê fora junto com a água do banho. Ou seja, o raciocínio acima colocado, ao identificar a Seleção Natural como uma teoria vitoriana utilizada para naturalizar um domínio cultural, desconsidera qualquer outra interpretação possível para teorias de evolução biológica, defendendo haver um salto entre humanos e não-humanos. De fato, a ênfase na competição e na sobrevivência do mais apto tem muito a dizer sobre a sociedade vitoriana. Ainda que o olhar darwinista seja mantido, podemos considerar que a cooperação é uma característica tão (ou mais, a depender da espécie) essencial quanto a competição (de Waal, 2007; Hrdy, 2011; Moll & Tomasello, 2007; Tomasello & Gonzalez-Cabrera, 2017). No entanto, há outros olhares evolucionistas possíveis que não colocam os humanos como seres separados da natureza. Evolucionistas como Kropotkin (Gould, 1988) e Sibatani (1983), apresentavam pensamentos com ênfases na cooperação e no Holismo, respectivamente. Para Kropotkin, naturalista russo da virada do século XX, quando a luta pela sobrevivência envolvia organismo contra organismo, o resultado seria competição. Mas quando a sobrevivência envolvia a luta contra ambientes inóspitos, com falta de alimento, calor ou com doenças, os organismos se ajudariam, resultando em cooperação (Gould, 1988). Imanishi foi um proeminente cientista japonês do século XX com uma obra filosófica profunda. Ele se colocava como anti-darwinista, por ser anti-selecionista. Segundo Imanishi, tanto lamarckistas quanto darwinistas haviam falhado em reconhecer que um indivíduo é meramente um elemento de um sistema maior chamado espécie. Para ele, uma propriedade fundamental dos organismos seria a identificação mútua dos membros de uma “sociedade de espécies” (Imanishi 1974, apud Sibatani, 1983). Ainda que estas ideias tenham sido pouco valorizadas, ou menos lapidadas, a própria teoria de Darwin vem sofrendo críticas e a proposta da Síntese Estendida inclui avanços importantes, abandonando o gene-centrismo, incluindo o desenvolvimento no epicentro das discussões, dissolvendo os limites entre abordagens sócio-culturais e biofísicas. Então, teorias evolucionistas devem sim ser compreendidas a partir de seus contextos sócio-históricos, mas em lugar de desprezá-las como um produto positivista a serviço da manutenção do *status quo*, a revisão teórica com inclusão dos processos de desenvolvimento e construção de nicho enriquecem as interpretações dos fenômenos.

E assim, mesmo com símbolos e cultura, não deixamos de ser um animal pleno. A cultura é nossa natureza, e ela não transcende a nossa essência, porque ela faz parte da nossa essência. Assim como já fazem os povos da floresta (Resende, 2019b, Seattle, 1852,

UNESCO, 2010), precisamos entender que somos Natureza e precisamos aprender a respeitar todos os elementos da Natureza, para ir construindo nossa vivência neste planeta a partir disso e junto com todos os outros elementos, e não contra eles (tentando dominar ou negar). Somos parte disso, e não outra coisa. Ainda que seres humanos sejam agentes de transformação, e que possam alterar valores e comportamentos, sugerir que isso seja feito à revelia da nossa animalidade é reforçar a crença ocidental do privilégio humano frente às outras coisas viventes ou não viventes⁷ do mundo.

⁷ Tomo aqui emprestado os termos utilizados por Kinji Imanishi para se referir aos elementos biótico e abióticos que compõem o mundo natural.

2. Desenvolvimento motor, construção de nicho e nicho de desenvolvimento

O assunto da inteligência animal vez por outra aparece em revistas, documentários, histórias, filmes e programas de televisão, despertando interesse do público. São apresentados animais se comunicando com as pessoas, ou executando tarefas que envolvem memória, uso de ferramentas, reconhecimento de símbolos e assim por diante. Está arraigada no pensamento ocidental a ideia de que somos os únicos “animais racionais”, ainda que a literatura científica esteja repleta de exemplos sobre resolução de problemas por animais de diversos grupos taxonômicos (Shumaker, Walkup, & Beck, 2011). A ideia de racionalidade é também o que embasa a crença de que podemos superar a nossa animalidade (ver Capítulo 1). Comumente atribuímos inteligência a indivíduos que realizam comportamentos complexos, o que, entre os animais não-humanos seria, por exemplo, o uso de ferramentas para obtenção de alimentos, ou a localização espacial (Resende & Izar, 2011). Inteligência é difícil de definir, mas grosso modo é identificada com a característica que confere aos indivíduos a habilidade de se comportar de forma adaptativa (Pearce, 2008). Então, a capacidade de aprender é usada como definidora de inteligência: aquele que aprende mais rápido e tem melhor memória se adaptaria melhor, e, portanto, seria mais inteligente. Cognição está diretamente ligada a estes mecanismos, incluindo percepção, memória, aprendizagem, e tomada de decisão (Shettleworth, 2010). Neste capítulo, retomarei o pensamento sistêmico para discutir cognição, apresentando conceitos provenientes de uma perspectiva de cognição corporeada. Utilizarei quatro estudos sobre aquisição de comportamento complexo por macacos-prego e o contexto social, revelando como a cognição emerge das interações entre organismos, objetos, superfícies e contextos, o que implica em considerar o nicho de desenvolvimento. Tendo em vista que padrões complexos podem ser resultado de mecanismos simples, chego à conclusão de que não é a simplicidade do mecanismo cognitivo que define a racionalidade do indivíduo: organismos simples também tomam decisões e tarefas complexas emergem de tijolos cognitivos básicos. Não se sustenta a separação entre racional e irracional.

2.1 Da metáfora computacional para a cognição corporeada

Na primeira metade do século XX, era bastante forte na Psicologia o Behaviorismo, uma escola que objetivava encontrar leis para prever as respostas comportamentais partindo de atividades observáveis, passíveis de registro e, portanto, de mensuração. Eliminando os estados mentais como objeto de estudo, e focando na mensuração e interpretação de comportamentos observáveis, o behaviorismo tentou eliminar o hiato que o separava das ciências naturais, fornecendo correlatos funcionais da estrutura. Essa busca da Psicologia é contemporânea da busca de um paradigma unificador na Biologia, que gerou a formulação da Síntese Moderna da Biologia e guarda com ela semelhanças: os organismos são transformados em “objetos”, efeitos de causas internas (herança biológica, metabolismo, fisiologia) ou externas (ambiente). Para Lewontin (1983), esse foi um movimento necessário para que a Biologia e a Psicologia entrassem em conformidade com a meta-estrutura epistemológica que já caracterizavam a Química e a Física, e fossem reconhecidas como ciências de fato. Isso não significa que esta forma de funcionamento não possa ou deva ser revista e readequada ao novo período histórico.

Sobre a noção de mente, Ballesteros-Ardila e Resende (2015) apontam que o Behaviorismo teria resolvido o clássico problema da dualidade mente/corpo eliminando a mente como substância imaterial e causadora do comportamento, propondo o estímulo ambiental (material, observável e mensurável) no seu lugar. Passa a não ter sentido falar em um mundo mental de desejos, crenças, emoções, pensamentos, ou planos de ação, pois não haveria como conseguir dados válidos para a ciência psicológica. Tudo isso deveria ser traduzido em termos do comportamento. Para o Behaviorismo, o papel do cérebro seria assunto da Fisiologia, cabendo à Psicologia a análise funcional do comportamento, o que levou a grandes avanços relativos à compreensão e à previsão. Porém a ênfase na seleção dos comportamentos pelo ambiente parece tirar do organismo a propriedade de agência, o que deixa de fora parte da complexidade dos processos (Ballesteros-Ardila & Resende, 2015). Neste contexto, têm destaque as críticas de Noam Chomsky ao behaviorismo linguístico de Skinner. Segundo ele, a contribuição do organismo para a aquisição do comportamento não seria tão “trivial e elementar” como Skinner apresenta, e seria bem mais complexa e atuante. Para haver a previsão precisa do comportamento verbal seria necessário ir além das “especificações de alguns fatores externos isolados experimentalmente em laboratório” utilizando organismos mais simples do que seres humanos (Chomsky, 1980). Chomsky não desqualifica tais achados

e reconhece o esforço de Skinner para acomodar o que chama de faculdades mentais elevadas (*higher mental faculties*). Mas aponta que até aquele momento os *insights* obtidos poderiam ser apenas superficialmente aplicados ao comportamento complexo humano. Esta crítica chama a atenção para o inatismo, especialmente no que se refere à capacidade de aprender a linguagem. Ou seja, é a dicotomia Inato x Aprendido que está em pauta novamente. Isto abre espaço para o ressurgimento do cognitivismo e da possibilidade de se falar sobre mente.

Data da década de 1950 o reconhecimento formal das ciências cognitivas, que tratam de processos de atenção, memória e aprendizagem. A mente passa a ser equiparada ao computador: os estímulos do ambiente exterior são entendidos como *input*, que são percebidos pelos órgãos sensoriais e ingressam no sistema, sendo convertidos em “representações”, internamente operacionalizados e exteriorizados em ações (*output*) (Garavito & Yañez, 2011). Com o retorno da mente à ciência, retorna também separadamente/mente/corpo, com centralidade para o cérebro, o produtor de representações e processador de informações. Nesta formulação, a mente seria um aparelho capaz de processar informação, equivalente ao *software*, e o corpo equivaleria ao *hardware* (Ballesteros-Ardila & Resende, 2015). No entanto, o contexto em que são realizadas as ações, formulados os pensamentos, vivenciados os sentimentos e as emoções, bem como o contexto histórico e cultural do indivíduo cognoscente são grandemente negligenciados (Gardner, 1996). O cérebro aparece como o grande controlador⁸, como se houvesse também algum agente dentro dele, com outro agente dentro e assim sucessivamente, reproduzindo uma ideia de homúnculo. Por isso, esta teoria como originalmente proposta foi duramente criticada (Searle, 2006).

A metáfora computacional foi então incrementada, desembocando no connexionismo, segundo o qual a cognição aconteceria por meio da dinâmica de redes de neurônios. Das conexões neuronais, formadas por componentes simples, emergiriam estados globais. A ideia de representação foi mantida, mas foi reformulada: não se trata apenas de representar símbolos, pois passa a haver espaço para interações mais complexas entre os elementos constitutivos das redes, e entende-se que sua distribuição e as suas conectividades são moldadas pelo que é vivenciado no mundo real (Rahman, 2012). No caso do connexionismo, há uma aproximação entre a cognição e o corpo, ainda que o

⁸ A animação da Disney, *DivertidaMente (Inside Out)* ilustra perfeitamente a metáfora computacional a mente.

cérebro continue sendo o centro da cognição, e que o resto do corpo cumpra uma função menor ligada à percepção (*input*) e à ação (*output*). Mas permanece a separação entre a cognição, localizada no interior do organismo e especificamente no cérebro, e o mundo, ou seja, o dualismo cartesiano mente/corpo (Ingold, 2001). Há também uma certa “unificação processual”: concentrando o controle da cognição no cérebro/Sistema Nervoso Central, são desprezadas as diferenças perceptuais dos organismos (produzidas por seus sistemas motores e sensoriais variados). São assim desprezadas as diferenças de “visão de mundo” de cada organismo, bem como a diversidade de problemas que são resolvidos, mesmo se considerarmos apenas os humanos (Barret, 2016).

Para Ingold (2001), a metáfora computacional retira a mente dos contextos de engajamento do organismo com o mundo, ao mesmo tempo em que trata o corpo como nada mais do que um “gravador” que converte os estímulos em dados a serem processados. Mas esta forma de compreensão desconsidera que a cognição está ancorada no ambiente (ecológico e social) onde o organismo se desenvolve, sendo, portanto, situada. Para que a cognição seja entendida, é necessário considerar as características materiais dos agentes (corpo), que interagem de forma particular no ambiente (Garavito & Yañez, 2011). Passamos, então, do entendimento da mente como um computador para as abordagens corporeadas de cognição, o que Louise Barrett chama de 4E: *incorporated*, *embedded*⁹, *enactiv*¹⁰ e, *extended* (corporeada, embutida, enativa, estendida). O comportamento como um todo passa a ser entendido como sendo o resultado de um processo complexo que ocorre em virtude da imersão do indivíduo em um contexto ambiental. Os processos cognitivos emergem em cada indivíduo da “forma única pela qual a sua estrutura morfológica e suas capacidades motoras e sensoriais permitem que ele se engaje com sucesso em seu ambiente, produzindo comportamento adaptativo e complexo” (Barrett, 2016).

Essas abordagens têm boa parte da sua fundamentação teórica ancorada na Psicologia Ecológica dos Gibson (Gibson, 1979, Gibson & Pick, 2000, Thelen & Smith, 1994, Capítulo 1), e também na Psicologia Sócio-Construtivista de Vygostky (Hutchins, 2010; Strum, Forster, & Hutchins, 1997; Vigotski, 1998/1916). A Psicologia Ecológica defende que o mundo não seria conhecido por meio do estabelecimento de “representações” alocadas no Sistema Nervoso Central, mas sim pela percepção

⁹ Organismo está imerso em um mundo e o funcionamento cognitivo está incrustado nisso.

¹⁰ Referente ao papel ativo e situado na cognição, que vai além do aspecto neural, e inclui as ações do organismo no mundo.

possibilitada pela ação dos organismos, que descobrem o que se pode conseguir no ambiente agindo/percebendo, em ciclos de contingências possíveis porque os organismos estão corporalmente presentes no ambiente. As capacidades de percepção e de ação estão continuamente sendo formadas ao longo do processo de desenvolvimento (Gibson & Pick, 2000). Cognição e mente acontecem no aqui e agora da realidade: a cognição é situada em ambientes particulares e a percepção é a busca por possibilidades de ação pelo organismo (Clark, 1997).

Por este ponto de vista, a mente emerge das interações entre subsistemas neurais, corporais e ambientais: está situada e ancorada no mundo, e assim perde força o argumento da centralidade do cérebro, que passa a ser entendido como um elemento importante em um sistema amplo (Clark & Chalmers, 1998). Para os defensores das abordagens corporeadas, o organismo age em um ambiente que apresenta, em tempo real, problemas reais de sobrevivência e o cérebro é entendido como um órgão biológico, com funcionamento específico dentro de um ambiente (Clark, 1998). Ele seria, sobretudo, voltado para a ação, e passa a ser visto como um componente fisiológico com papel importante dentro da cadeia de processos indispensáveis para a sobrevivência de um organismo que vive e age dentro de um ambiente, ficando claro que o mental não pode ser separado do fisiológico (Clark, 1998). O cérebro não é um *hardware*, mas um órgão participante do sistema, com ação voltada para o ambiente, inclusive por meio de atividades não diretamente associadas a esse agir, como a racionalização e a abstração. Barret (2016) chama a atenção para a ação que caracteriza a cognição, apontando que “o que quer que seja a mente”, ela é vista como um verbo pela abordagem corporeada, e não um substantivo.

A inteligência serviria para sintonizar, da forma mais satisfatória, as respostas do corpo ao mundo, e caberia ao Sistema Nervoso Central fazer um encaixe o mais sensível e apurado possível do organismo com seu meio, o que não implica em centralização de atividades (Clark, 1997). A proposta é que a cognição ocorra a partir de um sistema multinível, sendo a coordenação do comportamento humano (e de todos os organismos) estruturada através de propriedades específicas da auto-organização e de sistemas dinâmicos (Meuer, 2017). Assim como o comportamento não está nos genes, a cognição não está no cérebro: está na interação com o mundo, pautada através de um corpo, e é daí que emergem as capacidades de processamento e de comportamento inteligente (Clark, 1997; Ingold, 2001). Nesta visão, a cognição é um sistema flexível em constante

mudança, descentralizada, emergente da percepção e ação, e produto da interação de diversos subsistemas (corpo, cérebro, mundo) (Clark, 1997; Thelen & Smith, 1994).

Se a cognição é entendida como uma ação corpórea no mundo, os limites do sistema cognitivo devem ser redefinidos de forma a incluir não só apenas o corpo, mas as estruturas ambientais que compõem o espaço de ação de cada organismo (Barrett, 2016): o ambiente comporta uma estrutura de apoio para a construção, para o desenvolvimento, e, neste caso, para o desenvolvimento cognitivo que leva à resolução de um problema. Este fenômeno é conhecido como *external scaffolding* (Clark, 2003). *Scaffold*, em inglês, significa “andaime”. Então, o *external scaffolding* está se referindo a estruturas ambientais de suporte, já que os problemas são ecologicamente situados. Por exemplo, a resolução de um problema de matemática é facilitada pelo uso de papel, do ábaco ou da calculadora para se fazer contas; cadernos podem ser usados para anotações de conteúdos que podem ser depois retomados, como uma memória externa (Clark, 2003). Atualmente, os dispositivos móveis como celulares e *tablets* têm sido cada vez mais usados como uma forma de memória estendida (para números de telefone, para trajetos, para fazer anotações, para registrar itens que se quer comprar ou lugares, para ditar caminhos). Essa fisicalidade da memória foi explicitada da seguinte forma por Ades (1993):

“A memória se apoia em sinais deixados no ambiente e no comportamento dos outros indivíduos com os quais interagimos; são palavras ditas ou escritas, são os produtos de nossos atos e dos atos dos outros que podemos reencontrar e que trazem o testemunho de períodos anteriores.” (Ades, 1993, pp. 9-10).

Como já visto no Capítulo 1, o pensamento sócio-construtivista do russo Lev Vygotsky teve fundamental influência para a formulação das teorias sistêmicas. Não é então, por acaso, que o conceito de *external scaffolding* remete à Zona de Desenvolvimento Proximal. Este conceito foi definido por ele como a distância entre o nível de desenvolvimento real - determinado pela capacidade de resolver um problema sem ajuda - e o nível de desenvolvimento potencial - determinado através de resolução de um problema sob a orientação de um adulto ou em colaboração com outro companheiro (Vigotski, 1998/1916). Nos seres humanos, é bastante estudado o apoio social (*social scaffolding*), fornecido especialmente pelos pais e pessoas mais velhas ou mais experientes (Brand, Baldwin, & Aschburn, 2002; Granott, Fisher & Parziale, 2002; Resende, 2010; van Geert & Steenbeek, 2006). O apoio no ambiente externo ao corpo

traz novas perspectivas para se entender a dinâmica cognitiva que envolve o organismo e os espaços físicos e sociais, uma ideia que se aplica tanto à cognição humana, quanto à cognição não-humana. As atividades dos organismos alteram os espaços, deixando dicas que servem de estímulos e suporte para as atividades subsequentes. A mente é, portanto, estendida para fora dos limites do corpo: os cadernos, os *tablets*, as marcas que são deixadas pelas atividades (considerando humanos e outros seres) compõem o que podemos chamar de nicho cognitivo, ou seja, o ambiente em que nossa cognição se constrói e se efetiva.

Se a cognição está distribuída entre organismos vivos e demais elementos do ambiente, aproveitando-se da estrutura do mundo e não estando exclusivamente representada dentro da cabeça do indivíduo cognoscente, os processos cognitivos necessários para realizar tarefas complexas podem ser muito mais simples (Strum et al., 1997, Capítulo 1), e não podemos desprezar as diferentes formas de ser dos organismos, ou seja, os diferentes *Umwelt*. Este foi um conceito trabalhado por Jacob von Uexküll (2001) e teve importância central para a criação da Etologia, embora seja atualmente muitas vezes esquecido ou negligenciado. O *Umwelt* de cada espécie pode ser entendido como “o segmento ambiental de um organismo que é definido pelas capacidades específicas da espécie tanto receptoras quanto efectoras” ou “o ambiente conforme percebido pelo organismo”. A noção de *Umwelt* traz a ideia de que a representação que um animal tem do mundo será moldada e estará baseada pela forma como ele percebe e age neste mundo (Barret & Rendall, 2010). A percepção do tempo está incluída como elemento constituinte da visão de mundo. Segundo seu filho Thure von Uexküll, a premissa epistemológica do pai não era “nem objetivista, nem subjetivista, mas sistêmica”, e tanto o “objetivismo positivista” quanto o “subjetivismo idealista” eram rejeitados por ele (von Uexküll, 2004). Ou seja, a Etologia, em sua fundamentação básica, parte de um olhar sistêmico para o estudo de diferentes espécies, ciente das diferentes formas de perceber e ser, e da dificuldade do observador humano reconhecer, decodificar e traduzir os processos pelos quais os outros seres passam. Ainda que estando na base da Etologia, parece ter havido um distanciamento deste olhar sistêmico em alguns programas de pesquisa etológicos, e é preciso que seja resgatado. O conceito de *Umwelt* nos leva a prestar atenção nas capacidades motoras e sensoriais de cada animal (no seu tamanho, sua morfologia, onde habitam), no seu nicho e como ele o percebe, o tipo de decisões que seu estilo de vida requer e o que ele consegue fazer. O corpo e seu ambiente são colocados em evidência, e o cérebro é mais um elemento desse sistema complexo e dinâmico.

Barret (2016) enfatiza que cada corpo diferente terá uma experiência sensorial diferente. Isso deve ser valorizado e leva ao reconhecimento de que as soluções para os problemas encontrados são proporcionais à diversidade de seres vivos que existem. Ela traz vários exemplos para mostrar como as interações entre os diferentes organismos e ambientes levam a cognições complexas. Barret exemplifica com a velocidade que atinge o atum, que não pode ser explicada apenas pela sua anatomia: é necessário considerar a influência da dinâmica de fluidos, pois ele aproveita eventos que ocorrem naturalmente na água e usa sua cauda para criar vórtices adicionais que aproveita para gerar propulsão. Exemplifica também com a aranha *Portia*, que possui uma incrível flexibilidade comportamental em seu comportamento de caça, que varia de acordo com o contexto, dando a impressão de planejamento e intencionalidade. Mas ela faz tudo isso partindo de regras simples, que incluem realizar uma varredura do ambiente e manter ou interromper uma trajetória em linha reta de acordo com o que está no campo de visão: se há um obstáculo, ela muda a trajetória. Ades (1991), estudando a aranha *Argiope argentata*, verificou que o armazenamento de presas em suas teias modifica o comportamento subsequente, ou seja, ter uma presa armazenada é um sinal externo ao organismo que atua no controle do comportamento, formando parte da memória do animal.

Esta lógica desmonta a visão desincorporada de cognição, ainda hoje base de muitos estudos sobre a mente de primatas humanos e não-humanos. Atividades com complexidade cognitiva, como as interações sociais envolvendo cooperação, compartilhamento de meta e alianças, por exemplo, ou o uso de ferramentas, podem ser melhor estudadas e analisadas se considerarmos que as ações são concretas e situadas. Daí deriva que as regularidades das ações podem ser observadas e explicadas em termos claramente definidos, com papel de destaque para a coordenação entre todos os elementos simultaneamente participantes de cada sistema de ação (Strum et al., 1997). Não cabe fazer distinções à priori entre domínios ecológicos e sociais, pois o domínio social está embutido no ecológico: os mecanismos de aprendizagem são mantidos, ficando a diferença por conta dos estímulos que estarão mais salientes (Fragaszy & Perry, 2002). Animais sociais serão influenciados por observar os seus coespecíficos ou interagir com eles, ou com os produtos das atividades deles (Heyes, 1994, Hoppitt & Laland, 2008). Ou seja, a aprendizagem é influenciada tanto pela ação dos coespecíficos, quanto pelos artefatos deixados no ambiente, o que nos remete à Teoria da Construção de Nicho, descrita no Capítulo 1 (Fragaszy, 2012; Laland, Odling-Smee & Feldman, 2000).

Em seus nichos cognitivos, cada organismo terá uma história única de desenvolvimento, pois cada um vivencia o mundo da sua própria maneira: sendo sensibilizado de forma particular pelo ambiente, cada um vai perceber e agir idiossincriticamente e isso não é neutro e secundário, mas determinante de como cada indivíduo opera ativamente no ambiente, e de como se dá seu desenvolvimento e sua aprendizagem.

2.2 Cognição corporeada e aquisição de comportamentos complexos: o caso do uso de ferramentas por macacos-prego

Se os indivíduos interferem nos ambientes em que vivem, construindo seus nichos, a alteração que promovem impacta os estímulos que estarão disponíveis, impactando os caminhos de desenvolvimento. Cada espécie e cada população causam impactos diferentes, criam nichos diferentes. Adotaremos aqui o macaco-prego (*Sapajus spp.*)¹¹ como modelo para compreender a dinâmica da aquisição de comportamentos complexos, especialmente o uso de pedras para quebrar cocos, mas também para compreender outros aspectos da vida social. Estes animais são ricos modelos de estudo pela sua versatilidade e flexibilidade comportamental, pela complexidade de sua vida social, pela riqueza de seu repertório motor, e por empregarem o uso de ferramentas (Izar, 2016; Visalberghi & McGrew, 1997). Populações deste gênero podem utilizar, por exemplo, gravetos para acessar água ou pequenas presas que serão ingeridas, ou pedras para esmagar pedaços de madeira em busca de alimento (Mannu & Ottoni, 2009; Falótico & Ottoni, 2014). Não é raro encontrar populações que utilizam pedras ou troncos como martelos para golpear e ter acesso à polpa de cocos, que foram apoiados em outras pedras, troncos ou superfícies duras, utilizadas como bigornas (Fragaszy, Izar, Visalberghi, Ottoni, Oliveira, 2004; Ottoni & Izar, 2008; Ottoni & Mannu, 2001; Resende, Ottoni, & Fragaszy, 2008). Este é um comportamento complexo, compartilhado com chimpanzés, e envolve a coordenação entre vários elementos e ações, exigindo o desenvolvimento de manipulação combinatória com o uso das duas mãos (Inoue-Nakamura & Matsuzawa, 1997; Resende et al., 2008).

¹¹ Uma revisão taxonômica transformou a anteriormente conhecida espécie *Cebus apella* no gênero *Sapajus*, alçando ao nível de espécie as antigas subespécies. Detalhes em Alfaro, Silva Jr, & Rylands, 2012.

Ao levar e usar pedras e cocos para locais específicos, ao quebrar cocos e deixar por lá cascas e restos de polpa, estes animais alteram o ambiente criando configurações que facilitam a manipulação de elementos ligados à quebra de cocos e, portanto, à aprendizagem da tarefa (Fragaszy et al., 2013; Izar, Resende, & Ferreira, 2018). Há um longo processo até que estes animais consigam coordenar seus atos e os elementos constituintes da tarefa de forma a terem sucesso no rompimento do endocarpo (Eshchar, Izar, Visalberghi, Resende, & Fragaszy, 2016; Resende et al., 2008). Para isso, devem seguir uma determinada sequência comportamental: pegar coco, posicioná-lo na superfície que servirá de bigorna (normalmente uma pedra ou um tronco) de forma que o coco não role, pegar um martelo (que pode ser uma pedra, um pedaço de madeira, ou algo semelhante), e desferir golpes contra o coco (Resende, Nagy-Reis, Lacerda, Pagnotta, & Savalli, 2014). Ou seja, deve haver a coordenação dessas ações e, além disso, o animal deve conseguir controlar seu corpo de forma a produzir a necessária força para romper a casca (Mangalam, Pacheco, Izar, Visalberghi, & Fragaszy, 2017).

Assim como o alinhamento e o controle de objetos representam desafios para crianças com idade inferior a um ano (Lockman, 2000), também o são para macacos-prego imaturos (*Sapajus spp.*) (Resende et al., 2008; Resende et al., 2014). O comportamento espontâneo de bater um objeto contra o substrato é comum em macacos-prego livres e cativos e aparece cedo em suas vidas (Adams-Curtis & Fragaszy, 1995, Eshchar et al., 2016; Fragaszy & Boinski, 1995; Fragaszy, Visalberghi, & Fedigan, 2004; Resende, et al., 2008). Eles podem apresentar o comportamento de bater objetos em substratos com menos de seis meses de idade, intensificando após completarem um ano. Os infantes manipulam as pedras e cocos, mas não conseguem romper a casca: usam ferramentas inadequadas (pequenas demais, com superfície mole, ou pontuda), não posicionam o coco na superfície (bigorna), ou posicionam, mas não conseguem atingir o coco quando desferem o golpe. Logo após apresentarem a sequência adequada para quebra de cocos, começam a ter sucesso (Eshchar et al., 2016; Resende et al., 2008).

Os animais proficientes deixam produtos de suas atividades no ambiente, alterando-o significativamente, o que gera oportunidades de aprendizagem e canaliza o desenvolvimento dos inexperientes (Fragaszy et al., 2013). Porque isso acontece em um ambiente socialmente alterado, falamos em aprendizagem socialmente enviesada, conforme definido por Fragaszy e Visalberghi (2001). O comportamento aprendido, ainda que socialmente facilitado, será sempre gerado e re-gerado pela experiência de cada

indivíduo, ao longo dos seus contextos de desenvolvimento, não podendo, portanto, ser “transferido” como um pacote que passa de cérebro para cérebro: as ações são situadas em um contexto, que neste caso é social, e a aquisição da proficiência na quebra de cocos emerge da experiência de cada um, sendo seu surgimento fruto das atividades que vinham sendo realizadas pelo indivíduo e não fruto de um salto cognitivo em uma determinada idade (Fragaszy & Perry, 2003).

O desenvolvimento se dá a partir da percepção que o indivíduo tem de seu próprio corpo, do ambiente e da ação que executa. Por enfatizar a interação entre a percepção e ação no desenvolvimento do comportamento, utilizamos o termo Percepção/Ação para referência a esta perspectiva identificada com a Psicologia Ecológica: a partir de um número grande de movimentos possíveis, o indivíduo vai restringindo seu comportamento conforme age no ambiente e a ele reage (Lockman & Thelen, 1993). Esse refinamento do movimento é dependente da maneira pela qual o indivíduo percebe a tarefa e ajusta seu comportamento. Diferente da abordagem tradicional, a Psicologia Ecológica não considera necessário haver uma representação prévia da ação, já que a estrutura de um ato é acarretada pela sua própria organização em relação ao contexto (Butterworth, 1993). Com relação ao surgimento do uso de ferramentas, a perspectiva prevê que ações diretas sobre objetos e superfícies precedem ações combinatórias entre eles, e o seu aparecimento deve refletir as ações que o indivíduo vinha previamente executando relacionadas a esses itens (Lockman, 2000). Por meio dessas ações, os indivíduos aprendem a coordenar os aspectos temporais e espaciais da tarefa, e as consequências de suas ações. Para entender as origens do uso de ferramentas é, então, necessário analisar as rotinas exploratórias envolvendo objetos e considerar as demandas das tarefas, dentro do contexto de uso de ferramentas (Fragaszy & Cummins-Sebree, 2005). Pesquisas neste sentido envolvendo macacos-prego vêm sendo realizadas há mais de uma década com grupos livres de macacos-prego brasileiros, e serão relatadas a seguir. Inicialmente, apresentarei uma seleção de estudos desenvolvidos pela equipe do Projeto *EthoCebus*¹², acrescentando outros quatro estudos realizados por mim e minha equipe (um deles participante do Projeto *EthoCebus*).

*2.3 Quebra de cocos por macacos-prego *Sapajus libidinus* da Fazenda Boa Vista, PI*

¹² <http://www.ip.usp.br/site/ethocebus/ethocebus/>

Desde 2004, a equipe do projeto *EthoCebus*, atualmente coordenada pelas professoras Patrícia Izar, Elisabetta Visalberghi e Dorothy Fragaszy, vem realizando pesquisas com macacos-prego livres da espécie *Sapajus libidinosus* na Fazenda Boa Vista (FBV), uma reserva particular com 1.250 ha de área, localizada no sul do estado do Piauí. É uma área de ecótono Cerrado-Caatinga, na bacia do Rio Parnaíba, no município de Gilbués. Além do macaco-prego, encontram-se mais duas espécies de primatas selvagens (o bugio *Alouatta caraya*, e o sagui *Callithrix jacchus*), e potenciais predadores como onça, irara, águia, falcão, carcará e jibóia, além de animais domésticos, como cães e galinhas. Há um período de seca (maio a setembro) e um período chuvoso (outubro a abril), com a temperatura variando entre 20 a 35° C, com constante oferta de frutos e vegetação heterogênea, com grande abundância de palmeiras com caules enterrados (Fragaszy et al., 2004, Izar, 2016; Visalberghi, Sabbatini, Spagnoletti, Andrade, Ottoni, Izar, & Fragaszy, 2008).

Quando os estudos se iniciaram, o grupo de macacos-prego já estava habituado à presença de humanos e apresentava uma tradição de quebra espontânea de cocos com o uso de pedras como martelo e bigorna. Na FBV, os macacos-prego utilizam troncos, afloramentos rochosos e pedras como bigornas, ou seja, superfície para apoio dos cocos. Essas bigornas possuem concavidades na superfície superior, marcas dos locais em que os cocos foram colocados e golpeados, e que são continuamente reutilizadas para o apoio dos cocos (Liu, Fragaszy, Wright, Wright, Izar, Visalberghi, 2011). Esta população costuma quebrar itens que foram classificados em três categorias principais: cocos de “alta resistência” (piassava *Orbignya sp* e catuli *Attalea sp*), cocos de “baixa resistência” (catulé *Attalea barreirensis* e tucum *Astrocaryum campestre*), outros frutos encapsulados com baixíssima resistência de quebra (Spagnoletti, Visalberghi, Ottoni, Izar, & Fragaszy, 2011). Esses frutos possuem diâmetros de cerca de 40mm, comprimento variando entre 50 a 60mm, diferindo quanto à dureza e quanto à força necessária para romper a casca. No entanto, todos são resistentes à quebra, sendo necessário usar martelos para golpear a casca, ainda que os frutos do último grupo possam ser quebrados com pedras mais leves e mais friáveis (Visalberghi et al., 2008). Os cocos mais resistentes são comparáveis a cocos do gênero *Panda*, quebrados por chimpanzés selvagens. Estes animais pesam cerca de 10 vezes mais do que um macaco-prego (Liu et al., 2009).

As pedras utilizadas como martelo podem chegar a 2,5kg, tendo em média 1,1kg, o que corresponde a valores entre 33-75% da massa corporal de um macaco-prego adulto, e foram classificadas em “quebráveis” (inadequadas para conseguir romper a casca) ou

“duráveis” (efetivas para romper a casca), sendo que estas últimas poderiam ser quartzito, arenito, siltito, e rocha sedimentar depositada como sedimento ferruginoso (Visalberghi, Fragaszy, Ottoni, Izar, Oliveira, & Andrade, 2007). Muitas delas são seixos de rio que são transportadas para onde há quebra de cocos. Os produtos das atividades dos animais são comumente deixados no local e reutilizados. A estes locais, onde estão as bigornas, os martelos, os cocos e seus restos, denominamos “sítios de quebra de coco”, onde têm sido conduzidos diferentes experimentos de campo (Eshchar et al., 2016; Fragaszy et al., 2010; Visalberghi et al., 2007; Visalberghi et al., 2008, entre outros).

Ao contrário dos experimentos de cativeiro, que falham em demonstrar que macacos-prego apresentam compreensão de causalidade ao solucionarem as tarefas apresentadas (Fragaszy, Visalberghi, & Fedigan, 2004; Visalberghi & Lomongelli, 1994), os estudos de longa duração na FBV têm demonstrado que estes animais conseguem detectar as *affordances* envolvidas na quebra de cocos. Por exemplo, Visalberghi et al. (2009) manipularam experimentalmente pedras, emulando aquelas usadas como martelos: foram alteradas as densidades e as massa corporais, sem alterar tamanho. Estes novos martelos foram colocados à disposição dos animais nos sítios de quebra. As autoras encontraram que os macacos-prego, ao se depararem com pedras que diferiam em aspectos ligados à massa corporal e friabilidade, escolhiam transportar e utilizar as pedras mais adequadas para uma quebra de coco efetiva. Eles também executavam ações que permitiam o ganho de informações relevantes para a escolha da pedra ideal, como, por exemplo, bater os dedos sobre as pedras quando tinham o mesmo tamanho, mas densidades diferentes (não sendo possível estipular a massa corporal por atributos visuais), e faziam isso com mais frequência antes da primeira seleção de uma pedra do que depois. Os macacos-prego consistentemente selecionaram cocos mais fáceis de quebrar e as pedras mais pesadas, e também escolheram o martelo de acordo com a dureza do fruto a ser quebrado. Isso também foi visto por Ferreira, Almeida, e Jerusalinsky (2010) em outra população de *Sapajus libidinosus*: a massa corporal do martelo variava de acordo com o tamanho do coco. Ou seja, os macacos-prego agem exploratoriamente, selecionando materiais que os permitem quebrar cocos com menos golpes (Fragaszy, Greenberg, Visalberghi, Ottoni, Izar, & Liu, 2010). A quebra de cocos nesses locais é uma tarefa extenuante para eles, considerando a energia que demanda: um adulto proficiente precisa golpear de 6 a 7 vezes os cocos para romper a casca, e os aprendizes podem desferir mais de 70 golpes (Visalberghi et al., 2008).

O posicionamento dos cocos na superfície é uma etapa importante para o sucesso da tarefa de quebra. A eficiência é maior se o animal posiciona o fruto de forma que não role ou voe e se, além disso, a casca for rompida com o menor número possível de golpes. Na Fazenda Boa Vista, como concavidades se formam nos locais onde os cocos são posicionados, Frigaszy, Liu, Wright, Allen, Brown, & Visalberghi (2013) verificaram que os macacos-prego posicionavam os cocos dentro dessas covas, o que limitava o movimento dos cocos. Antes de largá-lo, os animais costumavam dar algumas batidinhas com o próprio fruto na cova, aparentemente extraindo destas atividades manuais informações táteis importantes para avaliar a eficiência da concavidade e adequação da posição do coco. Isso permitia deixá-lo com posição estável, virado de uma forma que diminuía o número de golpes necessários para o rompimento da casca.

A percussão (comportamento de golpear objeto ou substrato), além de ser um importante componente da quebra de cocos, é também importante para a fabricação de ferramentas de pedras - uma habilidade humana. Assim uma análise precisa da biomecânica da quebra de cocos por macacos (incluindo postura corporal e manual, sequência de movimentos, características dos movimentos como amplitude, ângulo de batida, parâmetros temporais, energias cinética e potencial) contribui para discutir a complexidade cognitiva envolvida na tarefa e ilumina as teorias sobre evolução humana (Foucart et al., 2006). Liu et al. (2009) estudaram a biomecânica das ações envolvidas na quebra de cocos, descrevendo as suas variáveis físicas. O estudo biomecânico da habilidade para quebrar cocos inclui o uso de filmagens, assistidas posteriormente em laboratórios. São empregados programas sofisticados que permitem medir variáveis como força, velocidade, amplitude do movimento, ângulo das juntas e ângulo de incidência do golpe, altura máxima de elevação do martelo. Neste tipo de estudo, os pesquisadores utilizam a perspectiva teórica dos sistemas dinâmicos, medindo as massas corporais e alturas dos indivíduos, bem como as massas dos objetos envolvidos e as características das superfícies de apoio. Sabe-se que força do golpe está positivamente correlacionada com a distância vertical que a pedra descera. Para levantar uma pedra pesada de forma segura é necessário ter uma postura bípede estável e manter a pedra bem perto do centro de gravidade do corpo (Liu et al, 2009). Tudo isso os macacos adultos proficientes fazem, mas eles não precisam planejar ou ter algum tipo de saber declarativo sobre a tarefa. Ou seja, pelo uso da biomecânica, é possível explicar como o comportamento complexo emerge deste sistema, sem recorrer à ideia de um “planejamento”, ou uma cognição

centrada no indivíduo, que nada adiciona à explicação (Barret, 2016; Thelen & Smith, 1993).

Para analisar os movimentos da quebra de cocos efetuadas por quatro adultos (dois machos e duas fêmeas), Lui et al. (2009) dividiram os golpes capturados pelas filmagens em duas fases: subida e descida. Verificaram que algumas características da cinemática da quebra se mantinham para todos os golpes e sujeitos, como a proporção de tempo que levava a subida do martelo em relação à descida (70%). Notaram também diferenças individuais: quatro estratégias distintas relacionadas à fase pré-subida do martelo, subida propriamente dita e descida do golpe. As estratégias serviam para prevenir potenciais lesões, melhorando a estabilidade postural e reduzindo a quantidade de torque do músculo extensor. Os macacos-prego controlavam a extensão dos braços para deixar o martelo próximo ao centro de gravidade do corpo. Liu et al. (2009) comentam que, apesar das semelhanças, encontraram diferenças individuais: cada um desenvolveu seu estilo de lidar com a tarefa de levantar uma pedra pesada e golpear com força o coco. Supõe-se que os estilos de quebra refletiram as trajetórias de desenvolvimento de cada um a partir de suas características físicas, de suas experiências e de suas oportunidades (levando em conta que a repetição das ações leva à destreza). Liu et al. (2009) consideram que estudos de anatomia e morfologia poderiam revelar as consequências para o corpo desta rotina de levantamento e golpeamento de objetos. Apontam também que, por causa da bipedia envolvida nesse comportamento, os macacos podem ser um modelo importante para comparação com humanos, com implicações para estudos evolutivos. As autoras ressaltam que, apesar da postura bípede durante a tarefa, macacos-prego são predominantemente quadrúpedes, apresentando músculos dos glúteos menos desenvolvidos do que o de humanos e, portanto, usam mais a musculatura dos membros superiores durante a quebra de cocos em comparação às pessoas que praticam halterofilismo. Além disso, os macacos-prego podem fazer ajustes diferentes nas angulações, extensões dos membros inferiores quando comparados a halterofilistas. Por exemplo, ao contrário dos humanos, eles não conseguem esticar completamente os joelhos.

O conjunto de experimentos relatado demonstra que os macacos-prego da FBV identificam as potencialidades (ou *affordances*) dos objetos e das ações envolvidas na tarefa de quebrar cocos. Conforme colocado por Izar, Resende, & Ferreira (2018), eles nascem em um grupo com tradição de quebra de cocos e se desenvolvem, em um ambiente rico em estímulos sociais e físicos relacionados a essa atividade. Macacos-prego

são naturalmente curiosos e tendem a manipular bastante os objetos de seu ambiente. Eles são sensíveis ao reforço e à facilitação social. O efeito da experiência afeta a própria habilidade para realizar as tarefas, intensificando sua destreza por meio de aprendizagem que influencia o curso do desenvolvimento do corpo, do cérebro, dos movimentos. Nada disso ocorre em cativeiro e, portanto, os animais não apresentam desempenho semelhante em relação aos experimentos aos quais são submetidos.

2.4 Estudos do Laboratório de Etologia, Desenvolvimento e Interações Sociais

Nas pesquisas que realizo em conjunto com meus alunos e colaboradores, também utilizamos a abordagem teórica da Psicologia Ecológica e da Percepção e Ação, estando em alinhamento com as pesquisas do Projeto *EthoCebus*. A perspectiva se insere no contexto mais amplo dos sistemas dinâmicos e em desenvolvimento, entendendo que a cognição não é cérebro-centrada e que comportamentos complexos emergem de um conjunto de interações simples. Apresentarei na sequência quatro destes estudos, tratando a cognição envolvida na aprendizagem da quebra de cocos e atividades de forrageio, incluindo aspectos motores e o contexto social. Atentamos tanto para aspectos relacionais entre as ações executadas pelos macacos, como para as mudanças de comportamento ao longo do desenvolvimento, e para as alterações causadas no ambiente. O primeiro estudo foca nos indivíduos e as ações envolvidas na quebra de cocos. A partir da comparação entre dois adultos jovens, o movimento é caracterizado em termos da postura apresentada, das alterações na angulação das juntas dos joelhos, cotovelos e quadris, da altura máxima de elevação dos martelos e das velocidades empenhadas nos golpes. Ao contextualizar os aspectos biomecânicos envolvidos na tarefa de quebra de coco, e as interações entre organismo e meio, evidenciamos o funcionamento do sistema, que é descentralizado. Esse funcionamento não parte do cérebro, sendo o movimento canalizado pelas propriedades dos corpos e dos elementos envolvidos e pela experiência. A cognição é corporeada e situada.

Em seguida, estendemos o olhar para o acompanhamento da variabilidade comportamental ao longo da aprendizagem do comportamento de quebra de cocos. A teoria biomecânica diz que os sistemas tendem à estabilidade, mas que, quando instáveis, apresentam alta variabilidade. Entendendo o comportamento de quebra de cocos como um sistema biomecânico, acompanhamos os macacos-prego em diferentes fases de

desenvolvimento, buscando encontrar uma diminuição na variabilidade do comportamento de quebra, conforme vai cessando a exploração.

O terceiro estudo é ainda centrado no desenvolvimento, mas amplia para considerar o contexto social indireto em que a quebra de cocos emerge. Partimos do pressuposto de que os animais atuam no ambiente, modificando e construindo seus nichos cognitivos, onde se desenvolverão os filhotes. Os resultados das atividades de quebra de cocos permanecem no ambiente e o objetivo deste estudo foi verificar de que forma o reuso dos artefatos e a ingestão dos restos de cocos deixados nos sítios de quebra influenciam o desenvolvimento.

Por fim, apresento estudo considerando as influências sociais mais diretas para tomada de decisão de forrageamento. Por meio de experimento de campo, evidenciamos como a dinâmica social interfere na escolha do local de alimentação, e que é da coordenação das ações de todos os participantes que emerge a sofisticação cognitiva que pode ser atribuída ao sistema.

2.4.1 Cinemática do comportamento de quebra de cocos

Este trabalho é parte do meu pós-doutorado, publicado em Resende, Hirata, Nagy, & Ottoni (2011). O objetivo foi descrever os movimentos de quebra de macacos-prego adultos, buscando padrões relacionados aos níveis de proficiência dos sujeitos, e observar alterações na biomecânica da quebra de cocos de um mesmo indivíduo em dois pontos temporais diferentes, a fim de verificar efeitos do desenvolvimento. Utilizamos o conceito biomecânico de atrator, ou seja, um estado estável para o qual um sistema tende a evoluir (Smith & Thelen, 1993). Como a tarefa de quebra de cocos possui atratores, previmos que os nossos sujeitos tenderiam a usar movimentos e posturas bastante parecidas para executar a mesma tarefa: para que a casca do coco fosse rompida, seria necessário que o martelo tivesse uma trajetória vertical de descida, e que a velocidade e o ponto mais alto de elevação fossem mantidos, observando a manutenção da massa do martelo. Este trabalho foi realizado com a população de macacos-prego (*Sapajus ssp.*)¹³ livre do Parque Ecológico do Tietê (PET). O PET localiza-se na zona leste da cidade de São Paulo, próximo à Rodovia Ayrton Senna e tem uma área de 14 km². O grupo de macacos-prego estudado vivia numa área de 200.000m², com três lagoas, algumas construções pequenas,

¹³ Esta população é híbrida, composta por animais soltos no parque que pertenciam ao que agora são consideradas espécies separadas (Alfaro et al., 2012)

além de árvores de eucalipto, vegetação arbustiva e árvores frutíferas como jabuticabeiras, bananeiras, limoeiros, e quatro espécies de palmeiras, incluindo *Syagrus romanzoffiana*, cujo fruto, jerivá, é utilizado como alimento pelos macacos-prego. Assim como na Fazenda Boa Vista, eles coletam os cocos do chão, posicionam-nos em superfície de pedra ou concreto que servem de apoio (bigornas), e os golpeiam utilizando pedras como martelos, rompendo a casca e se alimentando da polpa. Essas pedras são escolhidas dentre as naturalmente disponíveis no ambiente, havendo maior disponibilidade do que na FBV. No PET, os cocos são bem menores do que os cocos quebrados no Piauí (Mannu, 2002). Os macacos-prego do PET têm sido estudados desde 1995 (Ottoni & Mannu, 2001), e estavam já bastante habituados a pesquisadores quando iniciamos estes estudos. Estes animais eram provisionados, mas também forrageavam alimento disponível no ambiente, como frutas, folhas, artrópodes, pequenos mamíferos e aves (Ferreira, Resende, Mannu, Ottoni, & Izar, 2002).

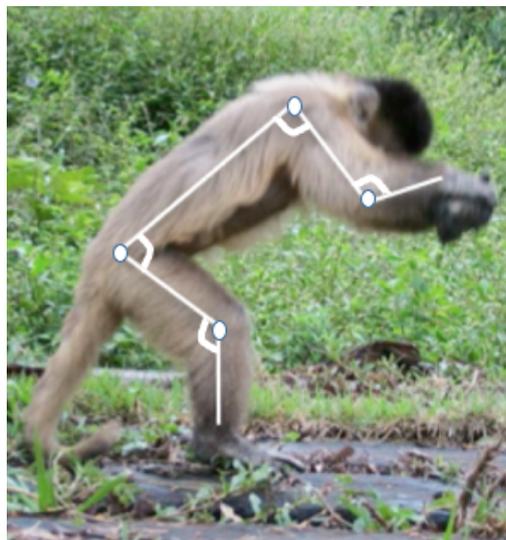
Os dados foram coletados entre julho de 2006 e fevereiro de 2007, quando o grupo girava em torno de 30 indivíduos. As filmagens foram realizadas com quatro filmadoras (Sony HC90), com frequência de aquisição = 60Hz. As filmadoras ficavam dispostas como vértices de um quadrado em volta de um sítio de quebra (Figura 1) para assegurar a captura do melhor ângulo para a análise. Utilizamos apenas imagens com o plano sagital do sujeito filmado (Figura 2). O campo de visão era de aproximadamente 1m^2 . Todos os dias, antes da coleta de dados era realizada uma calibração para análise bidimensional. O objeto usado na calibração era uma tábua com um quadrado, do qual quatro pontos foram digitalizados (A, B, C, D; $AB=0.36\text{m}$; $BC=0.48\text{m}$; $CD=0.36\text{m}$; $DA=0.48\text{m}$). Assim que qualquer macaco aproximasse do sítio, as filmagens eram iniciadas.

Figura 1 - Fotografia do sítio experimental mostrando a disposição das filmadoras ao redor de uma pedra hexagonal, utilizada como bigorna. As filmadoras ficavam dentro de caixas de acrílico para proteção.



Fonte: Briseida Dogo de Resende

Figura 2 – Animal em posição sagital utilizada para transcrição dos dados referentes à cinemática do comportamento de quebra de cocos. Eram registrados quadro a quadro os ângulos do joelho, quadril, ombro e cotovelo, e a posição do punho.



Fonte: Mariana Nagy-Reis, TGI (2009).

A escolha dos sujeitos foi feita com base no número médio de golpes que cada animal usou para romper a casca e na quantidade de episódios de quebra de cocos disponível para a análise. Inicialmente, nossa ideia era contar com sujeitos de diferentes faixas-etárias, mas como a participação era voluntária, filmávamos aqueles que espontaneamente entravam no campo de filmagem. Como precisávamos de um grande número de eventos para a realização da análise, tivemos apenas dois indivíduos que

obtiveram número de eventos suficientes para a análise: um macho adulto jovem (Edu), e uma fêmea adulta jovem (Cisca). Para a análise, consideramos golpes realizados em dois momentos, mas que diferiram quanto à massa corporal da pedra usada como martelo. Foi possível realizar uma comparação entre Edu e Cisca, e uma comparação de Cisca com ela mesma, variando a massa corporal do martelo. Utilizamos na análise 32 golpes da fêmea (16 em julho e 16 em novembro) e 14 do macho. Cisca necessitava de 5,3 golpes em média para romper a casca dos cocos em julho, tendo aumentado para 6,2 em novembro, enquanto Edu o fazia quase sempre com um ou dois golpes (média de 1,3 golpes). Considerando os valores da massa corporal de macacos-prego adultos (Fragaszy, Visalberghi, & Fedigan, 2004), estimamos a massa corporal de Cisca em 2,5kg, e de Edu em 3,7kg. O martelo utilizado por Cisca em Julho/2006 (amostra referida de agora em diante como F_{14}) correspondia a 14% de sua massa corporal. Os martelos utilizados por Cisca em Novembro/2006 (F_{20}) e Edu (M_{20}) correspondiam a 20% de suas massas corporais. Isso difere bastante do que foi encontrado na FBV (Liu et al., 2009), onde os animais usaram martelos três vezes mais pesados, o que correspondia a cerca de 40% a 58% da massa corporal dos sujeitos, e se assemelha ao que Günther & Boesch (1993) encontraram para chimpanzés selvagens (6,6% e 14,3% da massa corporal). Considerando a massa da pedra, a quebra de cocos no PET não era tão custosa quanto a realizada na FBV.

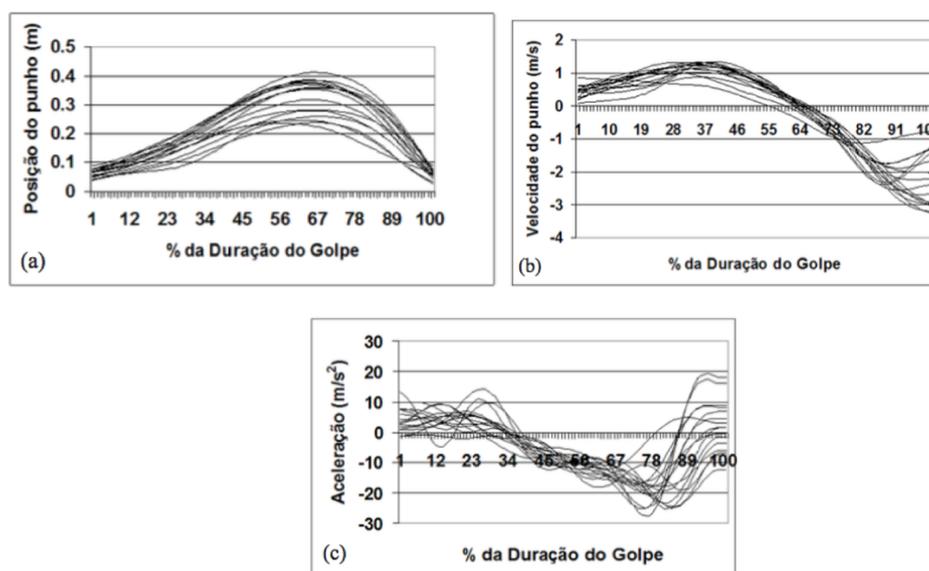
Após a digitalização dos filmes, cada episódio de quebra de cocos foi dividido em pequenas cenas com apenas um golpe: o início de cada cena era o último quadro em que o martelo havia tocado a bigorna antes da subida, e o término era no primeiro quadro em que o martelo encostava a bigorna depois da descida. O programa APAS (Ariel INC) foi utilizado para marcar quadro a quadro manualmente os pontos correspondentes ao joelho, cotovelo, quadril e ombros. Os vetores apontados para cima são positivos, e os apontando para baixo, negativos. Os dados foram então exportados do programa APAS para o programa MatLab (Mathworks INC) e foi realizado um estudo em duas dimensões. Detalhes sobre o procedimento de transcrição dos dados e tratamento dos dados para análise estão em Resende et al. (2011).

Como resultado, verificamos que para os dois sujeitos, a subida durou cerca de 70% do golpe, similar ao que foi encontrado por Liu et al. (2009), apesar das diferenças entre as características dos cocos e das pedras. Com relação ao movimento do punho, M_{20} , F_{20} e F_{14} apresentaram valores consistentes (exemplificados pela Figura 3, referente a F_{20}). Considerando a posição do martelo, os dois iniciaram o movimento no nível do

chão e Cisca apresentou movimentos mais suaves ao levantar e abaixar. Os dois aceleraram no início do golpe, e desaceleraram até chegar ao topo, quando a velocidade é zero. As curvas de velocidade mostram que há um aumento rápido na velocidade de descida do martelo: a velocidade máxima é atingida por volta de 90% da duração do golpe, quando Edu e Cisca começam a desacelerar antes do martelo atingir o coco (Figura 3).

Com relação aos valores referentes à posição do punho, verificamos que a altura máxima atingida possuía valores médios de 0.38m (M₂₀), 0.33 (F₂₀) e 0.27m (F₁₄). Edu elevou seus punhos a uma altura maior durante o golpe, o que indica que ele colocou mais energia potencial no sistema, de forma semelhante aos machos da FBV. Porém, a elevação máxima do martelo realizada por Edu correspondia a 80% de sua própria altura, enquanto que a realizada por Cisca com pedra de mesma massa correspondia a 102% da sua altura. Ou seja, se a altura relativa for considerada, Cisca elevou mais o martelo, o que implicou em maior esforço para ela. Quando Cisca usou a pedra mais leve, a altura máxima do martelo atingiu 85,5% de sua massa corporal, indicando redução de esforço, que foi acompanhado pelo aumento do número de golpes necessários para romper a casca.

Figura 3: (a) posição, (b) velocidade e (c) aceleração do punho em F₂₀.



Fonte: Resende, Hirata, Nagy, & Ottoni (2011)

Edu e Cisca exibiram padrões consistentes de variação dos ângulos das juntas e exibiram padrões similares para a coordenação do cotovelo e do ombro. O padrão exibido pelos movimentos das juntas da fêmea não se alterou quando ela utilizou martelos com

massas diferentes e os ângulos de seus joelhos permaneciam estáveis durante o golpe, contrastando com os do macho. Durante a fase de subida, os dois não estenderam nem dobraram os joelhos, concentrando o movimento nos braços, assim como os macacos da FBV. As coordenações de seus quadris e joelhos diferiram especialmente durante a fase de descida: Edu não movia seus joelhos na subida, mas, durante a descida, o ângulo diminuía, indicando que ele agachava, enquanto Cisca mantinha os joelhos estendidos. Esta descrição difere do que é apresentado por Liu et al.(2009), em que os macacos-prego dobravam os joelhos no início do golpe, depois estendiam os joelhos até alcançarem o ponto máximo de elevação dos punhos (uma fêmea chegava a pular ao final da subida), dobrando novamente os joelhos no final do golpe. Esta diferença pode ser atribuída ao fato de que tais animais usam pedras três vezes mais pesadas para quebrar cocos maiores (*Atalea sp.* e *Astrocarium sp.*), cujos diâmetros variam entre 3,0 a 6,0 cm, contrastando com o jerivá (*Syagrus sp.*), com diâmetro de aproximadamente 1,5cm. As propriedades cinéticas dos golpes da fêmea e do macho foram semelhantes considerando velocidade, aceleração e posição dos punhos, e também considerando os ângulos do quadril, ombro e cotovelo: ambos apresentaram padrões consistentes de alteração de movimento durante o golpe. Edu e Cisca diferiram quanto à variação dos ângulos dos joelhos, que não foram flexionados pela fêmea. O uso de pedras diferentes teve pouca influência na proficiência dela e não interferiu nos seus padrões de movimento (exceto na altura máxima atingida pelo martelo). Podemos supor que Cisca, sendo menos proficiente e mais nova do que Edu, ainda estivesse aperfeiçoando sua técnica de quebra de cocos e, assim, poderíamos esperar que ela incorporaria a flexão dos joelhos com a experiência. Por outro lado, ao contrário de Edu, ela sempre posicionou seus pés na beirada da bigorna, apoiando a planta na quina da bigorna, sem encostar os artelhos na parte plana, ou o calcanhar no chão, realizando com os pés um movimento de “gangorra”, que poderia ter função análoga à flexão do joelho. Ou seja, as diferenças observadas podem estar refletindo estilos idiossincráticos de cada animal, o que significa que, apesar dos atratores da tarefa, existe flexibilidade comportamental. No caso apresentado, as diferenças podem estar justamente relacionadas às massas corporais, alturas e experiências dos animais estudados.

2.4.2 Mudanças de comportamento ao longo do desenvolvimento: destreza e estabilidade

Este trabalho está publicado no artigo Resende, Nagy-Reis, Lacerda, Pagnotta, & Savalli (2014). O objetivo deste estudo foi investigar se, com a aquisição de uma maior

eficiência na quebra de cocos, haveria uma queda da variabilidade de ações envolvendo os elementos que compõem esta tarefa. De acordo com a abordagem dos sistemas dinâmicos, a alta variabilidade comportamental durante os estágios de exploração tende a cair à medida que se chega perto da estabilidade de um sistema (Smith & Thelen, 2003).

Em estudo sobre a variação inter-individual do uso de técnicas complexas de processamento alimentar, Corp e Byrne (2002) compararam chimpanzés de diferentes idades, encontrando que os infantes utilizavam uma maior variedade de ações. Nós encontramos que, nos macacos-prego do Parque do Tietê, a manipulação de pedras e cocos jerivá, incluindo a percussão desses objetos, apareceu por volta de seis meses de idade (Resende et al., 2008). Para que houvesse sucesso na tarefa, era necessário: pegar um coco, posicioná-lo sobre a bigorna, pegar um martelo e golpear o coco. Inicialmente, os macacos apresentavam diferentes ordens de execução da sequência comportamental antes de produzir consistentemente a ordem correta. Resultado semelhante foi encontrado em estudo sobre desenvolvimento de quebra de cocos por chimpanzés selvagens (Inoue-Nakamura & Matsuzawa, 1997), e depois em macacos de cauda longa que usam ferramentas para quebrar conchas (Tan, 2017).

Partimos do pressuposto de que os animais apresentariam grande variabilidade de ações e de sequências comportamentais no início da aprendizagem da quebra de cocos, diminuindo conforme fossem se tornando quebradores mais proficientes. Neste estudo, depois de compararmos a eficiência entre faixas etárias diferentes, realizamos análise de sequências comportamentais em amostra longitudinal para checar se a variabilidade das ações direcionadas à quebra de cocos declinava com o tempo, inclusive com o desaparecimento de ações não associadas a esta tarefa. Com a estabilização, prevíamos que as sequências comportamentais efetivas passariam a ser usadas com mais frequência pelos macacos mais experientes.

Os sujeitos deste estudo foram também os macacos-prego do PET. Do grupo de cerca de 30 indivíduos, utilizamos as filmagens de 13 animais que apareceram no sítio experimental (Figura 1) por todo o período que durou a coleta de dados, sendo eles três fêmeas adultas, seis machos adultos, duas fêmeas juvenis, dois machos juvenis. As filmagens utilizadas para esta análise vieram do mesmo esforço de coleta descrito acima. Consideramos o início de um episódio de quebra de coco quando um ou mais animais, simultânea ou sequencialmente, golpeava qualquer objeto (normalmente uma pedra)

contra a bigorna. O episódio terminava quando o último macaco-prego que havia visitado o sítio parava de golpear e começava outra atividade. Utilizamos as seguintes categorias para registro das atividades dos sítios: chegar ao sítio, pegar coco, posicionar coco, pegar martelo, golpear, ter sucesso no rompimento da casca, inspecionar, ingerir, movimentos ineptos, sair do sítio. Após o registro da ordem em que as ações eram executadas por cada indivíduo, construímos matrizes de comportamentos antecedentes e subsequentes (detalhes em Resende et al., 2014), utilizadas na análise de sequência comportamental. Calculamos, para cada animal, a Eficiência (número de golpes desferidos/número de cocos quebrados), o Índice de Posicionamento Adequado (número de posicionamentos adequados/número total de posicionamentos: o coco é posicionado adequadamente quando é colocado na bigorna e não rola, parando de forma estável no local em que recebe o golpe), e Índice de Golpes Eficientes (número de golpes eficientes/número total de golpes, sendo que um golpe eficiente é aquele em que o martelo atinge com sua superfície plana o coco posicionado, rompendo ou não sua casca). Posicionar e golpear cocos adequadamente são medidas das habilidades perceptuais e motoras necessárias para haver o sucesso na tarefa.

Depois de confirmar a estabilização da eficiência com a idade adulta, e que quanto mais velhos, mais eficientes e proficientes os animais, realizamos um estudo longitudinal, considerando todos os que apareceram no sítio durante os setes meses de filmagens. Para cada macaco-prego, calculamos as frequências de posicionamento adequado, golpes eficientes, golpes não-eficientes, e movimentos ineptos (ações que não influenciam no rompimento da casca do coco, como bater o coco contra a bigorna ou contra o martelo, jogar a pedra para cima, bater um coco em outro coco). Para comparação adequada, as frequências absolutas encontradas em cada mês foram divididas pela duração total dos episódios filmados em cada mês. Embora a taxa de golpes eficientes não tenha se alterado significativamente, a taxa de golpes eficientes/golpes não-eficientes apresentou uma diferença significativa, declinando com a experiência, conforme previsto. Isso indica que as ações irrelevantes para a tarefa diminuíram conforme o macaco-prego ganhou experiência. Contrariamente ao que esperávamos, a eficiência e a taxa de posicionamento adequado não mudaram ao longo do tempo. Mas, quando consideramos apenas os dois juvenis que começaram a ter sucesso na quebra de cocos durante o estudo, houve aumento na eficiência, no posicionamento adequado e nos golpes eficientes, enquanto as taxas de comportamentos ineptos e golpes inadequados caíram.

Por fim, realizamos uma análise das sequências comportamentais incluindo os 13 sujeitos que quebraram cocos com sucesso nos sítios de filmagem. Consideramos que havia uma sequência ótima para quebrar cocos, ou seja, uma sequência mais curta, com maior custo/benefício: pegar coco – posicionar coco – pegar martelo – golpear. Hipotetizamos que, quanto mais velho o sujeito, mais usaria a sequência ótima. Nós realizamos uma análise de sequências comportamentais utilizando as categorias envolvidas na quebra de cocos, e colapsando as outras na categoria “outras ações”. Construímos uma matriz de comportamentos antecedentes e subsequentes, e dividimos o número de pares ótimos de sequências comportamentais (pegar coco – posicionar coco; posicionar coco – pegar martelo; pegar martelo – golpear) pelo número total de pares possíveis e, assim, obtivemos a proporção de sequências ótimas usadas em cada episódio para cada macaco. Depois calculamos um “Índice de Sequência Ótima” para cada indivíduo, considerando a média da proporção obtida em seus episódios. Esse índice variava de zero a um, estando zero mais distante do uso frequente da sequência ótima. Nós prevíamos que quanto mais eficiente o macaco, maior seria o uso da sequência ótima, e que os menos eficientes usariam diferentes tipos de sequência comportamentais, havendo um declínio da variabilidade com a eficiência. Encontramos que a alta eficiência estava fortemente correlacionada com o uso da sequência ótima, e, conforme previsto, os macacos-prego mais eficientes diferiram dos menos eficientes no uso da sequência ótima.

Verificamos que, com a idade, as atividades relacionadas à quebra de cocos aumentaram, depois se estabilizaram e a variabilidade declinou, conforme esperávamos. Quanto mais velho e mais proficiente o indivíduo, mais usou a sequência ótima. Diminuição de variabilidade indica estabilização do sistema (Thelen & Corbetta, 2002). A estabilização veio com a idade de quatro anos, quando os macacos-prego estão próximos de serem considerados adultos. Os golpes eficientes aumentaram para todos os sujeitos ao longo do tempo: a variabilidade caiu e os indivíduos passaram a canalizar suas ações para as que resultariam na abertura do coco. Os juvenis que tiveram sucesso na quebra também aumentaram o posicionamento adequado e os golpes eficientes, declinando os movimentos ineptos e os golpes não eficientes. Apesar da massa corporal ser um forte preditor de eficiência (Fragaszy et al., 2010), é necessário considerar a experiência dos indivíduos para explicar nossos resultados. Houve persistência de sequências não-ótimas em todos os animais. Mas estes desvios da sequência ótima podem ser interpretados como oportunidades auto-geradas para aprendizagem perceptual, que

pode guiar ações subsequentes (Lockman, 2000). Ou seja, os animais buscam uma variação perceptual, que pode ser usada como fonte de informação, que guia a aquisição do uso de ferramentas. Isso é sempre importante, porque o desenvolvimento não atinge um auge na maturidade, quando ficaria estagnado: o desenvolvimento é contínuo até o fim da vida. Afinal, o corpo está sempre mudando, o que inclui tamanho, massa corporal e força. Se o resultado das tarefas depende do ajuste do organismo ao ambiente, é importante manter uma fonte de variação, preservando um repertório a partir do qual é possível construir a mudança necessária para o ajuste. Além disso, considerando que, além do corpo, o ambiente também pode se alterar, e que o macaco-prego é um animal generalista, que sobrevive em diferentes tipos de ambientes (Visalberghi & McGrew, 1997), é importante que haja persistência de certa variabilidade, havendo repertório para explorar diferentes formas de agir, mantendo a possibilidade de flexibilidade comportamental. Há comportamentos socialmente transmitidos, com papel central da vida social para sua manutenção (Coelho, Falótico, Izar, Mannu, Resende, Siqueira, Ottoni, 2015; Fragaszy et al., 2013; Gunst et al., 2008; Ottoni et al., 2005). Cada indivíduo, por meio das suas ações, realiza o ajuste entre si e o ambiente, dando sua contribuição no sentido de alterá-lo física e/ou socialmente. A vida social, a biomecânica do corpo, e a natureza da tarefa moldam as possibilidades de mudanças. Das interações destes diferentes elementos podem emergir ações complexas.

2.4.3 Dimensão temporal: os sinais deixados no ambiente como dicas de aprendizagem para a quebra de cocos, ainda que na ausência de uma demonstração

Este trabalho é parte da tese de Andrés David Ballesteros-Ardila (2019), que foi por mim orientada. O objetivo foi estudar de que forma o reuso de artefatos e a ingestão de restos de alimentos deixados nos locais de quebra de cocos canalizam a emergência desse comportamento, ainda que não haja aprendizagem social direta (que é aquela em que há a presença dos indivíduos no momento em que o aprendiz manipula objetos nos sítios de quebra de cocos). A coleta de dados para este estudo foi realizada na FBV, sendo esta uma pesquisa vinculada ao projeto *EthoCebus* e ao projeto temático “Plasticidade fenotípica de macacos-prego (gênero *Sapajus*): investigação sobre o efeito de trajetórias ontogenéticas distintas e de ativação contexto-dependente” coordenado pela professora Patrícia Izar.

As alterações duradouras promovidas pelos coespecíficos promovem alterações no ambiente. Estas alterações podem funcionar como um apoio para a aprendizagem de

técnicas tradicionais pelas populações de animais sociais, ou seja, o *external scaffolding*, promovedor de uma facilitação social que pode ocorrer na ausência do coespecífico que alterou o local (Fragaszy, 2012). A durabilidade das ferramentas ou dos artefatos deixados no ambiente funciona como “dicas cognitivas” que induzem o uso do objeto. Pedras, restos de cocos e artefatos deixados no local onde houve a quebra de coco enviesam a atenção do indivíduo para algumas características do ambiente; trazem memórias sobre o que são, para que servem, como se usam. Ou seja, a configuração alterada do local tem o potencial de alterar a forma como o indivíduo vê o mundo. Os artefatos duradouros que foram usados como ferramentas, mais os restos de comida e o material residual de atividade prévia ajudam os macacos-prego a aprender a usar as ferramentas e desenvolver proficiência. A noção de durabilidade traz a importância da dimensão temporal para a aquisição do comportamento (Fragaszy, Biro, Eshchar, Humle, Izar, Resende, Visalberghi, 2013).

O comportamento emerge da interação múltipla, mútua e contínua de todos os níveis de desenvolvimento de um organismo, o que inclui atividade genética, epigenética, neural, e comportamental, atravessadas por influências ambientais, que incluem as interações sociais e os vestígios físicos de atividades sociais deixados no ambiente (Ballesteros-Ardila, 2019; Jablonka, 2001). Este ambiente herdado, que foi alterado pela atividade dos organismos, remete à construção de nicho. Os processos de aprendizagem que perpetuam comportamentos se aplicariam tanto para humanos, quanto para não humanos. A aprendizagem pode ou não sofrer influência social. No entanto, de uma forma ou de outra, os mecanismos envolvidos são os mesmos, ficando a diferença entre aprendizagem individual e social por conta do contexto. Na aprendizagem social, a atenção, a percepção e a motivação estarão direcionadas a estímulos sociais. Então, podemos falar em aprendizagem social direta, quando o indivíduo ingênuo presencia a execução, pelo proficiente, da atividade a ser aprendida, e aprendizagem social indireta, quando o indivíduo ingênuo será exposto a vestígios deixados pela ação do indivíduo proficiente. Neste caso, consideramos que é uma aprendizagem socialmente enviesada (Fragaszy & Perry, 2003).

As atividades realizadas por um indivíduo de um grupo social podem criar ambientes de aprendizagem, provocando alterações na relação de indivíduos ingênuos com os objetos no ambiente, e promovendo possibilidades de prática que canalizam trajetórias de desenvolvimento de repertórios comportamentais (Ballesteros-Ardila,

2019). Os produtos das atividades, também chamados de artefatos (Borgo, Spagnoletti, Vieu, & Visalberghi, 2013), permanecem no ambiente após o uso. Dessa forma, estendem espaço-temporalmente as possibilidades de ativação de sistemas comportamentais, ampliando a possibilidade de aprendizagem (Fragaszy, 2012; Fragaszy et al., 2013).

Com relação à quebra de cocos por macacos-prego, sabemos que a idade em que começam a ter sucesso varia de acordo com o tipo de coco e de pedra que existe na região que a população ocupa. No PET, os animais quebram cocos de jerivá, com aproximadamente 1,5cm de diâmetro, e têm sucesso por volta de dois anos de idade (Resende, 2004). Na FBV, os cocos quebrados são maiores (cerca de 4cm de diâmetro) e os macacos-prego começam a ter sucesso por volta de quatro anos de idade (Eshchar, 2015).

A trajetória de desenvolvimento está relacionada à idade, mas há níveis de variabilidade individual (Liu et al., 2009; Resende et al., 2014). De qualquer forma, são necessários anos de prática para atingir a proficiência. A emergência do comportamento de uso de ferramentas resulta da aprendizagem perceptual proveniente das ações dirigidas aos objetos. A habilidade de usar ferramentas é uma conquista gradual e contínua, não desvinculada da percepção e da ação (Kahrs & Lockman, 2014). Fatores diferentes de uma recompensa explícita mantêm os jovens interessados na atividade, e a ideia de maturação descontextualizada do ambiente de desenvolvimento pressupõe um organismo descontextualizado. Isso não faz sentido: afinal, o desenvolvimento do corpo demanda uso de recursos internos e externos ao organismo.

Os recursos externos, que funcionam como andaimes para o desenvolvimento e aprendizagem, incluem as alterações realizadas nos ambientes pelos coespecíficos, que vão criando nichos de desenvolvimento (Stotz, 2010). Os produtos das atividades dos indivíduos fornecem suporte ao desenvolvimento de habilidades técnicas vinculadas a formas simples de aprendizagem social. Pequenas mudanças induzidas pelo nicho nas trajetórias de desenvolvimento podem ir alterando a topografia dos movimentos, adicionando complexidade ao desenvolvimento manipulativo, ainda que por mecanismos simples.

O estudo longitudinal de grupos de primatas de vida livre permite examinar fatores de influência social na aquisição de ferramentas: os indivíduos proficientes, por meio de sua atividade e do produto dela, criam ambientes que canalizam a aprendizagem por tentativa e erro, mantendo tradições (Fragaszy et al., 2017; Tan, Helmerijk, Malaivijitnond, & Gumert, 2018). Alguns estudos com macaco-prego já demonstraram a

importância do ambiente social para aprendizagem da quebra de cocos: por exemplo, sabemos que os aprendizes escolhem observar animais mais proficientes, mais velhos e dominantes durante as quebras de coco (Coelho et al., 2015; Ottoni, Resende & Izar, 2005). Sabemos também que os jovens coordenam o comportamento em relação às atividades dos adultos, tanto temporalmente, quanto espacialmente: a taxa de manipulação de elementos ligados à quebra de cocos é maior quando o grupo está envolvido nesta atividade e quando os jovens estavam perto dos sítios de quebra (Eschar, 2015; Frigaszy et al., 2017). Frigaszy et al. (2013) enfatizaram a importância da dimensão temporal para a aprendizagem de tarefas complexas, na medida em que os produtos das ações dos indivíduos permanecem nos ambientes na forma de artefatos, ou de uma alteração da configuração de um local, por exemplo, atraindo e ativando comportamentos nos outros, o que leva à emergência da tarefa que lá foi realizada anteriormente. Um dos exemplos utilizados foi o reuso dos “pilões” por chimpanzés selvagens de Bossou, que os usam para se alimentar do meristema de palmeiras. Este comportamento requer a utilização das duas mãos: os animais proficientes, inicialmente arrancam os pecíolos do topo das palmeiras e os consomem. A remoção dá acesso ao meristema apical e a folhas que servem de material para a construção de um pilão. Estas folhas são modificadas de forma a ser possível inseri-las no buraco produzido pela remoção das folhas. Então os chimpanzés as utilizam como pilão para a obtenção de meristema das palmeiras. Os pilões são deixados no local e reutilizados pelos animais mais jovens, os aprendizes. O reuso cai com a idade, quando os indivíduos vão aprendendo a preparar seus próprios pilões. Fenômeno semelhante foi visto em ratos estudados por Terkel (1996), em Israel: eles aprendem a comer pinhas que foram parcialmente debulhadas, mas não conseguem aprender a debulhá-las quando apenas expostos a pinhas inteiras. Então, a aprendizagem socialmente enviesada pode ocorrer quando os animais encontram apenas o produto das atividades de seus coespecíficos, na ausência da presença direta do animal proficiente (Leca, Gunst & Huffman, 2010).

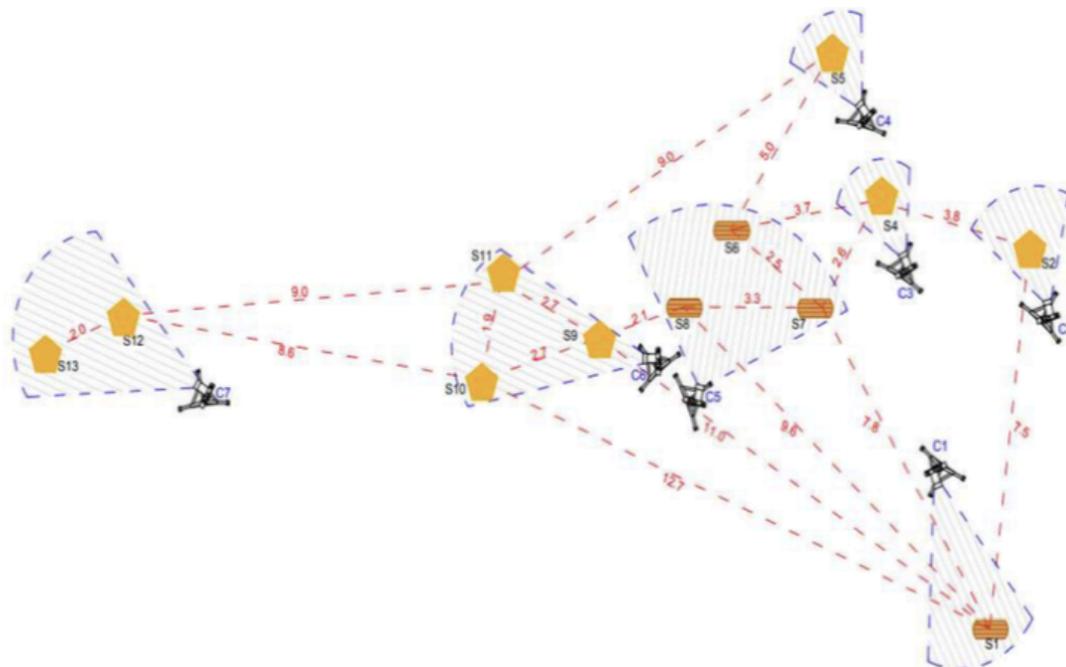
Frigaszy et al. (2013) relatam que os jovens macacos-prego são atraídos pelos artefatos associados à quebra de cocos na FBV e no PET. As atividades ligadas à quebra de cocos acontecem mais perto das bigornas, mesmo que não haja outros indivíduos quebrando esses frutos concomitantemente. Como os cocos e os martelos podem ser transportados para outros lugares, mas os movimentos percussivos ocorrem preferencialmente próximos às bigornas, as autoras sugerem que os sítios de quebra de cocos e os artefatos lá deixados promovem atividade relevante nesses locais.

Considerando o efeito duradouro da construção do nicho cognitivo vinculado à quebra de cocos, realizamos estudo com objetivo de verificar de que forma o reuso e a ingestão de restos de cocos (*scrounging*) por macacos-prego na FBV se correlacionam com a idade, a proficiência e a variabilidade comportamental (Ballesteros-Ardila, 2019). Já que o reuso de artefatos cai com a idade para chimpanzés que usam pilões, fomos investigar se cairia também para macaco-prego que usam pedras para quebrar cocos.

Esta pesquisa foi realizada no laboratório de campo da FBV, chamado de “esconderijo”. Trata-se de uma área aberta com aproximadamente 12 m de diâmetro, onde macacos-prego frequentemente realizam quebra espontânea de cocos. Definimos como sítio de quebra os locais com bigornas, martelos e cocos, e verificamos que havia 12 sítios de quebra de cocos já estabelecidos no esconderijo antes do início desta pesquisa. Havia quatro sítios com bigorna de madeira e oito com bigorna de pedra (Figura 4). Realizamos uma coleta de dados longitudinais em quatro pontos temporais ao longo de dois anos: Junho-julho/2016, Fevereiro-março/2017, Agosto-setembro/2017 e Abril-maio/2018.

Antes do início das filmagens em cada ponto temporal, foram coletadas as pedras dos sítios que tinham sido usadas como martelos. Elas foram pesadas e divididas nas categorias leve (entre 300g e 800g), média (800g a 1400g) e pesada (> 1400g). Antes do início das filmagens, em cada uma das 12 bigornas, eram dispostos conjuntos com quatro pedras-martelo: uma pedra leve, uma média e uma pesada, e uma pedra de arenito, considerada inadequada para quebra, visto que esfarelava com o golpe. Também eram dispostos 30 cocos em cada sítio. Dispúnhamos de sete filmadoras fixadas de forma a ter todos os sítios nos campos de visão (Figura 4). As filmadoras eram ligadas quando o primeiro animal chegava ao local e iniciava atividade manipulativa. A filmagem era finalizada quando saía o último animal ou quando todos os cocos eram quebrados. A participação dos macacos-prego era espontânea. Em cada ponto temporal de coleta, contamos com 23, 23, 28 e 30 macacos-prego respectivamente. Os filmes foram assistidos e transcritos com o programa BORIS por Andrés Ballesteros-Ardila. Foram utilizadas categorias relacionadas à quebra de cocos (pega coco, pega martelo, posiciona coco, golpeia), anotando se essas ações eram executadas de forma adequada ou inadequada para atingir sucesso. Também eram registradas as seguintes categorias: observa coespecífico; reusa cocos, bigornas ou martelos; ingere restos de coco dos sítios (Ballesteros-Ardila, 2019).

Figura 4 – Distribuição dos sítios de quebra e das câmeras de filmagem no laboratório de campo na Fazenda Boa Vista. Letras S: sítios de quebra de cocos. C: câmeras. Pentágonos: bigorna de pedra. Cilindro: bigorna de madeira. Linhas vermelhas: distância. Linhas azuis: ângulo de visão da câmera



Fonte: Ballesteros-Ardila (2019).

Para efetuar as análises, definimos um Índice de Reuso (IR) e um Índice de Ingestão de Restos de Cocos (II), tal que:

$$IR = \text{Frequência de visitas com reuso} / \text{frequência de visitas}$$

$$II = \text{Frequência de visitas com ingestão de restos} / \text{frequência de visitas sem ingestão de restos}$$

Estes índices foram calculados para cada indivíduo, em cada ponto temporal de coleta. Para o IR, calculamos um índice considerando separadamente o reuso de martelo, bigorna, e coco, e um índice total, considerando se havia a presença de coespecífico executando a tarefa (imediate), ou se não havia (índice não-imediato). Obtivemos, portanto, um total de 36 índices de reuso para cada indivíduo (quatro pontos temporais X martelo, bigorna, coco X imediata, não-imediato). Com relação ao II, calculamos um índice total, e também um índice considerando a ingestão imediata (na presença do modelo) e não-imediata (na ausência do modelo).

Verificamos o que acontecia com o Reuso (IR) e a Ingestão de Restos (II) em relação às seguintes variáveis apresentadas pelos animais: idade, variabilidade comportamental e proficiência.

Para o teste em relação à variabilidade, calculamos um Índice de Variabilidade Comportamental (IV) para cada indivíduo em cada ponto temporal, tal que:

$$IV = (F_{\text{tot}} - F_{\text{que}}) / F_{\text{tot}}$$

Sendo que:

F_{que} = frequência de comportamentos relacionados à quebra de cocos

F_{tot} = frequência de comportamentos manipulativos nos sítios

O valor de IV próximo a 1 indica que o indivíduo pouco executou manipulação vinculada à quebra de cocos, e próximo de zero indica que houve uma concentração em manipulação relacionada à quebra de cocos. Para análise subsequente, classificamos os animais em três classes de IV, conforme a variabilidade comportamental apresentada: variabilidade baixa, com $IV < 0,33$, variabilidade média, com $0,33 < IV < 0,66$, variabilidade alta, com $IV > 0,66$.

Para o teste em relação à proficiência, calculamos para cada animal em cada ponto de coleta um Índice de Proficiência (IP), tal que:

$$IP = (n \text{ cocos quebrados} / n \text{ golpes desferidos}) * 100$$

Este índice tem sido utilizado pela equipe do *EthoCebus* e fornece o número cocos quebrados a cada 100 golpes (Fragaszy et al., 2010). Para análise subsequente, classificamos os animais em quatro classes de IP, conforme a proficiência: Inexperiente 0 (zero cocos quebrados), Inexperiente 1 (até 1 coco quebrado), Inexperiente 2 (de 1 a 5 cocos quebrados) e Proficiente (mais de 5 cocos quebrados).

Ao compararmos os IRs com as idades¹⁴, verificamos que os animais mais jovens reutilizavam mais os cocos e menos as bigornas e martelos. Conforme ficavam mais velhos, passavam a reutilizar menos os cocos e intensificavam o reuso de martelos e bigornas. Ao compararmos os IIs com as idades, verificamos que a ingestão de restos de cocos dos sítios cai com a idade, o que acontece pela queda da ingestão imediata: ela aumenta até os dois anos, depois cai um pouco e, depois dos quatro anos de idade cai abruptamente nos adultos. A ingestão de restos não-imediata se manteve.

¹⁴ Foram realizadas Regressões lineares e Análises de Variância não-paramétricas (Kruskal-Wallis, com teste de Dunn com post hoc), $p < 0,05$. Ballesteros-Ardila (2019).

Ao compararmos os IRs imediatos e não-ediatos de cada indivíduo em cada ponto temporal com a variabilidade comportamental (IV), encontramos que quanto menor a variabilidade apresentada, maior o reuso de martelo e bigorna e menor o reuso de cocos. Ou seja, os indivíduos com menos variabilidade eram aqueles que, ao chegar aos sítios, se concentravam na quebra e cocos, reutilizavam mais as bigornas e os martelos, e passavam a reutilizar menos os cocos. Ao compararmos os IIs com a variabilidade comportamental, verificamos que a ingestão de restos caía conforme caía a variabilidade, ou seja, os animais que ao chegarem ao sítio se dedicavam apenas a quebrar cocos iam cessando a ingestão de restos. Ao compararmos os IRs imediatos e não imediatos de cada indivíduo com as proficiências na quebra de cocos (IP), verificamos que os animais classificados como Inexperiente 0 não apresentaram reuso de martelos e bigornas, mas exploraram os cocos. Conforme aumento de experiência, os indivíduos passaram a apresentar menor reuso imediato de martelos e bigornas, e maior reuso não imediato. Ao compararmos os IIs imediatos e não imediatos com as proficiências (IP), verificamos que a ingestão de restos é maior quando a proficiência é menor. Os animais classificados como Inexperiente 0 e Inexperiente 1 ingeriam significativamente mais restos do que os outros, indicando que quando o animal conseguia abrir cocos sozinho, passava a ser menos importante comer restos. O II caiu drasticamente em animais proficientes, que deixavam de se interessar pela ingestão de restos.

Nossos resultados contrastam com o reuso de artefatos observados em chimpanzés (Fragaszy et al., 2013). O reuso foi observado em três atividades frequentemente realizadas pelo grupo estudado: uso de pedras e troncos como martelo e bigorna para quebrar cocos, uso de “varas” para pegar formigas, uso de um “pilão” fabricado com a parte apical da palmeira para macerar o meristema, antes de coletá-lo e ingeri-lo. Em chimpanzés, o reuso das varas caiu com a idade: os animais mais novos andavam com suas mães, e reutilizavam os artefatos manipulados por elas. Nós encontramos que os macacos-prego adultos da FBV reutilizavam mais os martelos e as bigornas. Porém, tivemos alguns *outliers* que apresentaram maior reutilização desses objetos. Estes animais eram justamente animais pouco proficientes, o que aponta para o fato de que o determinante do reuso não foi a idade, mas a capacidade de resolver o problema.

A tarefa de quebra de cocos para os chimpanzés e para os macacos-prego apresenta algumas semelhanças, mas também diferenças: além do tipo de coco quebrado, e do tamanho e da força aplicada por cada animal, os chimpanzés de Bossou utilizam tanto martelos quanto bigornas desprendidas do chão, e têm maior facilidade para

encontrar martelos e bigornas. O infante chimpanzé costuma reutilizar o que sua mãe manipulou: há muita disponibilidade de pedra, que representam uma porcentagem mais baixa da massa corporal do chimpanzé (no máximo 29%, considerando a pedra mais pesada utilizada em relação à massa corporal de uma fêmea, Spagnoletti et al., 2011). No caso dos macacos-prego da FBV, as bigornas são pedras grandes, imbricadas no chão, e, mesmo quando são bigornas de madeira, são muito difíceis ou impossíveis de serem transportadas. Os martelos mais eficientes são pedras de quartzito que, embora amplamente distribuídas na região, são escassas (Visalberghi et al., 2007). Considerando que a massa do martelo pode atingir até 70% da massa corporal de um macaco-prego imaturo (Spagnoletti et al., 2011), é muito mais custoso para um filhote conseguir levantar a pedra e realizar o movimento de golpe. Como não há tanta disponibilidade de martelos, os animais proficientes monopolizam este recurso. Assim, na FBV o reuso de pedras para a quebra de coco apresenta padrão contrário ao que é visto em chimpanzé: os mais novos, mais tolerados pelos adultos, podem manipular restos de cocos na presença dos outros, executando movimentos percussivos e ingerirem restos dos frutos quebrados pelos modelos proficientes. Mas eles não reutilizam os artefatos porque estão sendo monopolizados pelos adultos e/ou são muito pesados para serem usados por eles. Quando os macacos-prego desenvolvem proficiência, aumenta o reuso não imediato de pedras, já que passam a ser menos tolerados e não podem, portanto, realizar o reuso imediato. Diminui também o reuso de cocos e a ingestão de restos, pois eles passam a realizar visitas focadas na quebra de cocos propriamente dita: na ausência de animais mais proficientes, já conseguem ter acesso às pedras e conseguem executar a sequência comportamental necessária para romper a casca do coco. Mesmo os animais mais jovens preferem manipular os martelos adequados, reconhecendo muito cedo as propriedades funcionais relevantes das pedras.

O contexto vai determinando quais ações podem ser tomadas. Os macacos-prego que não conseguem romper a casca do coco ingerem os restos. Porque são tolerados quando filhotes, podem fazer isso na presença dos mais velhos, enquanto quebram cocos. Conforme vão atingindo a idade adulta, passam a ser hostilizados. Por isso, aqueles juvenis que ainda não conseguem romper a casca do fruto ingerem restos nos sítios na ausência dos coespecíficos. A ingestão de restos não imediata só cai quando os animais atingem a proficiência, com idades superiores a quatro anos.

Nossos resultados, mais o conjunto da literatura, têm evidenciado que não é necessário haver observação direta e nem imitação das ações para que haja aprendizagem

desta tarefa complexa. Os animais estão expostos ao contexto em que quebrar cocos é uma tradição, e, a partir de suas ações, aprendem, ampliando e canalizando seu repertório conforme entram em contato com as oportunidades de seu ambiente. Mecanismos simples estão envolvidos na motivação para exploração e manipulação e ingestão de cocos, no reconhecimento dos objetos e das situações sociais mais ou menos favoráveis para que permaneçam nos sítios em proximidade dos outros membros do grupo. Os animais estão bastante motivados pela ingestão dos cocos, e ingerir restos vai acontecer na presença do quebrador quando houver esta possibilidade. Quando hostilizados, eles o fazem na ausência dos coespecíficos, e isso diminui quando os animais passam a ser proficientes.

A possibilidade de ingerir cocos nos sítios de quebra na ausência de outros macacos-prego, de manipular pedras e cocos e aprender a usar ferramentas existe porque estes artefatos ficaram onde foram deixados, e é a vida social que forneceu estas oportunidades. Quem usa ferramenta modifica o ambiente, deixando os objetos usados em uma configuração que estimula a emergência da quebra de cocos, o que funciona como um registro de memória. Se não houvesse este registro, não haveria a possibilidade de canalização da tarefa de quebra de coco. Os nichos vão sendo construídos, formando os espaços sociais e físicos de desenvolvimento da população. O contexto social estabelece os elementos do nicho cognitivo, marcado no mundo físico: os processos de atenção, aprendizagem e memória, ou seja, os processos de cognição, resultam da dinâmica interacional que envolve os cocos, as pedras, e cada animal com suas características físicas, e, no caso dos macacos-prego, levando em conta suas idades, sexo, parentesco, dominância e suas experiências. A cognição está corporeada, situada e estendida.

2.4.4 Contexto social e nicho cognitivo: Uso de informação e estratégias de forrageio em macacos-prego semilivres do Parque Ecológico do Tietê

O presente estudo foi realizado em parceria com a aluna Maria Alice Loretto Miranda (2015), durante seu mestrado intitulado “Estratégias de forrageio e uso de informação por macacos-prego (*Sapajus sp*) semilivres”. O objetivo foi estudar a dinâmica comportamental de um grupo de macacos-prego em situação experimental de forrageio social e, a partir daí, discutir de que forma as decisões de forrageio são tomadas com base no conjunto contextual que inclui as dicas espaciais e as características dos indivíduos envolvidos no encontro da fonte de alimento. O assunto é de especial relevância na literatura que discute tradições e evolução da cultura (Fragaszy & Perry,

2003), em que é ressaltada a importância de se observar como a informação é socialmente adquirida.

Fatores como a morfologia do esqueleto ou a terrestrialidade influenciam as oportunidades de engajamento em atividades específicas. Em estudos anteriores, nós encontramos que as atividades realizadas por parceiros sociais moldam os processos físicos que impactam a aprendizagem, já que os macacos-prego preferiam observar os coespecíficos mais proficientes na quebra de cocos (Coelho et al., 2015; Ottoni, Resende, & Izar, 2005), e que os animais imaturos combinam suas ações com as dos adultos, tanto com relação ao tempo, quanto ao espaço (Eshchar et al., 2016). Além disso, as atividades de quebra dos coespecíficos promovem a atenção a ações críticas para o sucesso na quebra de cocos, estimulando o início da atividade pelos aprendizes, que continuam realizando esta atividade enquanto os outros também o fazem, sustentando as ações por algum tempo depois que o demonstrador cessa (Fragaszy et al., 2017).

Em suas atividades diárias, os animais alteram o ambiente, gerando assim informações que podem ser usadas por outros. Isso traz possibilidades de aprendizagem social, mesmo que não haja aprendizagem via observação direta (Fragaszy & Perry, 2003; Fragasy & Visalberghi, 2001). Aproveitar as vantagens dos recursos descobertos por coespecíficos tem sido considerado um benefício da vida social (Hoppit & Laland, 2013). O presente estudo foi baseado em experimentos de campo sobre estratégias sociais em que plataformas eram fixadas nas áreas de vida de animais e lá eram dispostos alimentos valorizados pelos grupos estudados (Macacos-prego: Gomes, 2006; Saguis: Bicca-Marques & Garber, 2005). Nesta literatura, os animais são classificados em três categorias: produtores ou batedores, referente àqueles que encontravam as plataformas; *scroungers* ou usurpadores, referente aos que se aproveitavam das informações sociais produzidas pelos que encontravam as plataformas; e oportunistas – referente àqueles que adotavam as duas estratégias.

Na nossa pesquisa, inicialmente verificamos se também encontraríamos produtores, oportunistas e usurpadores. Em seguida, verificamos quais dicas atraíam os macacos para as plataformas: dicas referentes à presença do alimento, dicas sociais, ou ambas? Por fim, havendo influência social nas visitas às plataformas, investigamos que tipo de informação era utilizada para escolha do animal que seria a fonte de informação, testando proximidade entre os indivíduos, hierarquia, idade, sexo ou parentesco.

Este estudo foi realizado com animais semilivres do PET (ver acima) entre outubro e dezembro de 2014, considerando apenas os adultos, que eram 23 na época do

estudo (8 machos e 15 fêmeas). Como o grupo tem sido acompanhado desde 1995 por pesquisadores, foi possível organizar um ranking de idade para os sujeitos e dividi-los de acordo com suas famílias. Com poucas exceções, os filhotes têm os nomes começados pela mesma letra dos nomes das mães. Os dados detalhados sobre os sujeitos estão na Tabela 1. Foram registradas todas as ocorrências (Altmann, 1974) de comportamentos agonísticos, utilizadas para a construção de uma lista com os postos de dominância.

De agosto a dezembro de 2014, o grupo foi acompanhado pela mestrandia Maria Alice Miranda, que quantificou as relações de proximidade entre os membros do grupo. Isso foi feito pelo método do animal focal, com 12 amostras de 10min para cada indivíduo (Altmann, 1974), marcando os animais em proximidade de um raio de 5m a cada 1min. Os dados de proximidade foram utilizados para construir uma Rede Social com as relações de proximidade. Nesta rede, encontramos que quase todas as duplas possíveis de animais tinham estado presentes em um raio de 5m pelo menos uma vez ao longo da coleta, com exceção de duas fêmeas adultas, Flor e Física (Figura 5)¹⁵

¹⁵ Detalhes na página 31 de Miranda, 2016.

Tabela 1 - Descrição dos indivíduos de acordo com sexo, idade e parentesco. A ordem de apresentação dos animais é baseada na ordem de nascimento e apresentamos na coluna Idade um ranking que vai do animal mais velho par o mais novo, visto que para os mais velhos não temos a idade exata. Apresentamos também o posto hierárquico.

Sigla	Indivíduo	Sexo	Posto de idade	Posto hierárquico	Família
SUS	Suspeito	Macho	Adulto (1)	2	Não identificado
FIS	Física	Fêmea	Adulta (2)	17	Família F
ANA	Ana	Fêmea	Adulta (3)	8	Família A
JNT	Janete	Fêmea	Adulta (4)	13	Família J
DAV	Davi	Macho	Adulto (5)	1	Não identificado
VVA	Vavá	Fêmea	Adulta (6)	22	Família J
CIS	Cisca	Fêmea	Adulta (7)	5	Família C
FRD	Frida	Fêmea	Adulta (8)	21	Família F
CLD	Claudia	Fêmea	Adulta (9)	7	Família C
AGL	Angélica	Fêmea	Adulta (10)	10	Família A
ABE	Abelha	Macho	Adulto (11)	14	Não identificado
AMR	Amora	Fêmea	Adulta (12)	23	Família A
JBA	Jabá	Fêmea	Adulta (13)	16	Família J
CCA	Cacá	Fêmea	Adulta (14)	12	Família C
ALC	Alice	Fêmea	Adulta (15)	18	Família A
FLO	Flor	Fêmea	Adulta (16)	19	Família F
ACA	Acácio	Macho	Sub-adulto (17)	3	Família A
VAL	Val	Fêmea	Adulta (18)	24	Família J
CJU	Caju	Macho	Sub-adulto (19)	4	Família C
VKD	Vodka	Macho	Sub-adulto (20)	6	Família J
CRC	Careca	Macho	Sub-adulto (21)	9	Família C
CFE	Cafê	Macho	Sub-adulto (22)	11	Família C
AÇU	Açúcar	Macho	Sub-adulto (23)	15	Família A

Fonte Maria Alice Miranda (2014).

alimentos nas plataformas, ou após uma hora após a saída do último animal. As sessões foram filmadas e posteriormente transcritas.

Figura 6 - Sítio experimental no Parque Ecológico do Tietê, 2014.

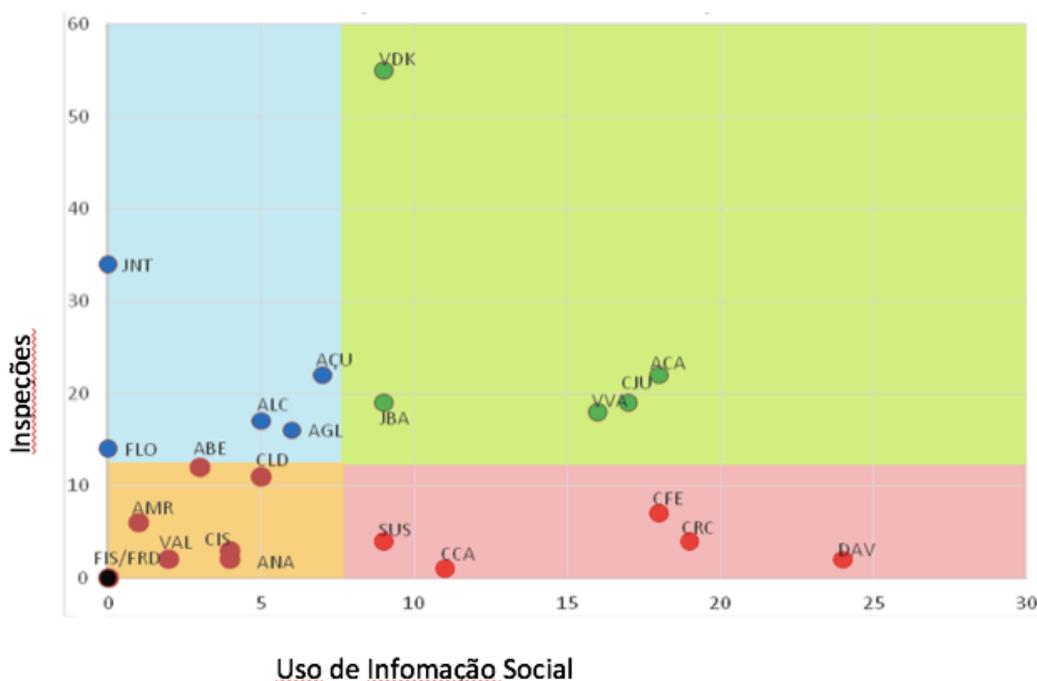


Fonte: Maria Alice Loretto Miranda (2014).

Registramos três tipos de visitas às plataformas, e utilizamos estes dados para classificar os animais de acordo com a estratégia referida: 1) Visita de Inspeção: indivíduo visitou a plataforma inexplorada, produzindo informação para os demais indivíduos; 2) Visita Individual: indivíduo visitou uma plataforma já explorada, utilizando informação proveniente do produto do comportamento, ou seja, trata-se de informação social indireta; 3) Visita Social: indivíduo visitou plataforma que estava já em uso, tratando-se de informação social direta por incluir a observação da atividade de outro indivíduo. Visita Social e Visita Individual foram consideradas como Visitas Informadas, visto que a folha de embaúba já havia sido retirada e era possível perceber se havia ou não alimento disponível para ingestão. Para cada macaco-prego, registramos o número de Visitas de Inspeção e de Visitas Informadas (Social e Individual). Seguindo a literatura (Vickery, Giraldeau, Templeton, Kramer, & Chapman et al., 1991), os animais com mais visitas de inspeção seriam considerados Produtores, e os com mais visitas informadas, como Informados, havendo também os que se utilizam das duas estratégias, os Oportunistas.

Ao iniciar a análise sobre o enquadramento dos animais deste estudo nas três estratégias descritas na literatura (Produtor, Oportunista e Usurpador), verificamos que alguns animais não se aproximavam muito das plataformas ocupadas: apesar de estarem observando e usando a informação, apenas se aproximavam quando o coespecífico se retirava. Assim, criamos uma nova categoria de estratégia: dividimos os Informados em “informados-usurpadores” (de agora em diante, serão referidos apenas como Usurpadores) e em “informados-cautelosos” (de agora em diante, serão referidos apenas como Cautelosos). Os Usurpadores frequentemente deslocavam os Produtores da plataforma, mas os Cautelosos, não. Animais que tanto realizavam inspeções (produtores de informações), como visitas sociais (informados), foram classificados como “Oportunistas”. Criamos um gráfico com as inspeções no eixo Y e as visitas sociais no eixo X. Dividindo o número total de inspeções e o número total de visitas sociais pelo número total de animais, encontramos o número de inspeções ou visitas sociais esperado ao acaso para cada indivíduo. A partir deste valor, dividimos o gráfico em quatro áreas, que revelam às quatro estratégias de forrageio (Figura 7).

Figura 7: Estratégias de forrageio social de acordo com número de inspeções e visitas sociais. Azul: Produtores. Verde: Oportunistas. Laranja: Cautelosos. Vermelho: Usurpadores.



Fonte: Maria Alice Loretto Miranda (2014).

Para verificar se os macacos, ao visitar plataformas, eram preferencialmente atraídos pelo alimento ou pelo coespecífico, comparamos as escolhas em situações em que havia a presença de outro macaco-prego na plataforma (com e sem alimento) com situações em que havia a presença de alimento na plataforma (com ou sem outro macaco-prego), considerando todos os indivíduos e as estratégias em que foram classificados. Encontramos que os indivíduos preferiram visitar as plataformas onde havia alimento, e que Produtores, Usurpadores, Cautelosos, e Oportunistas diferiram: os Produtores apareceram mais em visitas associadas, mas aumentaram visitas na plataforma quando havia alimento; os Oportunistas não diferiram entre visitas sociais e associadas, mas também fizeram mais visitas sociais nas plataformas com alimento. Os Cautelosos fizeram mais visitas associadas, mas realizaram tanto visitas sociais quanto não sociais quando havia alimento. Os Usurpadores fizeram mais visitas sociais quando havia alimento na plataforma. Ou seja, as visitas sociais aumentaram considerando as plataformas com alimento, mesmo para animais classificados com Produtores.

Por fim, consideramos os eventos em que houve uso de informação social a partir da observação direta, e investigamos quais dos fatores estariam envolvidos na escolha do animal fonte de informação. Ou seja, havia preferência por observar parentes, animais de um determinado sexo, ou que utilizassem uma determinada estratégia de forrageio? Como por definição os Usurpadores eram aqueles que mais realizavam Visitas Sociais, foram eles quem predominantemente apareciam nas visitas às plataformas com alimento e coespecífico. Portanto, a análise das preferências quanto às características da fonte de informação social referem-se principalmente às preferências dos Usurpadores, que eram animais que ocupavam altas posições no ranking de dominância. Estes animais escolheram justamente as plataformas ocupadas por animais mais proficientes na tarefa do forrageio. Os Produtores, por outro lado, eram animais que ocupavam postos hierárquicos mais baixos. Quando consideramos apenas suas escolhas, verificamos que nas suas Visitas Sociais escolhiam plataformas onde estavam coespecíficos que não os hostilizavam, embora não fossem os exploradores mais eficientes. Dentre os Oportunistas, que realizaram grande parte das inspeções, havia tanto animais que ocupavam postos hierárquicos mais altos, com animais de posições intermediárias, sendo todos machos jovens. Como chegavam antes do resto do grupo nas plataformas, podemos supor que evitavam o centro do grupo durante a locomoção, assim como o que foi descrito por Janson (1990), para macacos-prego amazônicos. Desta forma, chegavam antes à fonte de alimento.

Encontramos 134 eventos do uso direto da informação social, e registramos a identidade dos envolvidos (família, sexo, estratégia de forrageamento). Não encontramos preferência por seguir a escolha de animais da mesma família. Machos preferiram seguir outros machos. Quanto à estratégia de forrageio, apenas encontramos que Usurpadores preferiam seguir Oportunistas. Levando em conta as Visitas Sociais, investigamos se o animal escolhia a plataforma com base em sua proximidade com o animal que lá estava, ou no posto hierárquico, idade ou estratégia de forrageio dele. Estas análises foram feitas a partir de correlações de matrizes. Inicialmente, os eventos com uso de informação social foram computados em matrizes onde os indivíduos informados eram colocados nas linhas, e os indivíduos que eram as fontes de informação estavam nas colunas (Helmerijk, 1990; Ottoni, Resende, & Izar, 2005). Não encontramos correlação entre a escolha do animal fonte de informação com a proximidade, nem com o posto hierárquico. Encontramos uma preferência para seguir produtores ativos (ou seja, aqueles mais engajados na inspeção) e animais mais jovens.

Para interpretarmos os resultados utilizando a perspectiva da cognição distribuída, precisamos atentar para como cada indivíduo se comporta em cada momento, considerando também como o espaço delimita as ações possíveis. Na Tabela 2, encontramos quem são os animais que primeiro chegam às plataformas (1ª inspeção), os que fazem as demais inspeções, quem nunca faz inspeção. Para compreender a dinâmica dos eventos, precisamos conhecer qual é a inserção desses macacos-prego no grupo (posição hierárquica, família, idade, relações de proximidade), e ver como os comportamentos são orquestrados, produzindo o padrão observado. A lógica dos acontecimentos e das decisões tomadas emerge destes elementos, sem haver necessidade da inferência de planejamento ou antecipação das ações pelos animais. Ou seja, não acrescenta poder preditivo à análise dizer, por exemplo, que os produtores planejam caminhar à frente do grupo para encontrar as fontes de alimento antes de todos.

Ao utilizar a Psicologia Ecológica, partimos do pressuposto de que os organismos regulam seus comportamentos em relação às possibilidades (*affordances*) do ambiente, o que inclui as oportunidades para certas formas de ação em resposta ao que é oferecido pelos coespecíficos (Barret & Rendall, 2010). No nosso estudo, uma única fêmea foi responsável por 20% de todas as inspeções em plataformas: 14,6% das primeiras inspeções das sessões e mais 11,6% das outras inspeções. Ela não participou de nenhuma visita social. Trata-se da fêmea Janete, que acompanhava o grupo periféricamente, ocupando posto intermediário na hierarquia de dominância. A análise de rede social

(Figura 5) mostra que Janete mantém proximidade apenas ao macho castrado Suspeito e de Jabá, sua filha. Assim, considerando o posto de Janete e sua posição espacial no grupo, seu comportamento como eficiente batedora pode ser interpretado de forma parcimoniosa e situada. Recebendo ameaças e não sendo tolerada pelos animais de postos superiores, ela acompanhava o grupo periféricamente, muitas vezes se distanciando deles. Ela iniciava o deslocamento no sentido das plataformas antes, seguindo a rota de costume do grupo rumo ao local do aprovisionamento, próximo às plataformas. Isso possibilitava que fizesse as primeiras inspeções nas plataformas, ingerindo tudo o que conseguia antes do grupo chegar, quando recuava. As fêmeas Flor e Angélica, cada uma responsável por pouco menos de 15% das inspeções, também apresentam posições de intermediária para baixa na hierarquia. Andavam mais próximas ao o grupo, mas, de forma semelhante à Janete, mantinham a dianteira, conseguindo realizar inspeções antes da chegada dos animais dominantes.

Os primeiros animais não periféricos que chegavam eram machos adultos jovens, especialmente Vodka, responsável por um total de pouco mais de 30% das inspeções (sendo 12,5% primeiros inspeções). Ele circulava bem dentro do grupo, sendo bastante tolerado, apresentando alta posição hierárquica. Estes animais também usurpavam plataformas já ocupadas, sendo classificados como oportunistas. O macho alfa Davi chegava logo em seguida. Apesar de ser o animal que mais usurpava, também realizou inspeções. Na rede social, é o animal com mais vínculos de proximidade dentro do grupo, o que era esperado pela sua posição. Além do Davi, apenas mais um usurpador realizou a primeira inspeção, justamente o macho castrado Suspeito, um dos mais antigos animais do grupo. No início da década de 1990, já estava no grupo e, por ser agressivo e atacar grupos de visitantes, foi castrado. Em 2000, era ainda o macho beta do grupo, já apresentando proximidade com a fêmea Janete (Resende, 2004). Neste estudo, aparece ainda como macho beta, identificado como Usurpador.

Tabela 2: Resultados descritivos: Proporção de 1ª inspeção de uma sessão, total de inspeções e de informação social direta por cada indivíduo e total para grupo de indivíduos utilizando a mesma estratégia.

Estratégia	Indivíduo	1ª inspeção	Inspeção	Info Social
Batedores	Açucar	6.25%	8.19%	2.90%
	Angélica	8.33%	5.46%	2.90%
	Alice	4.17%	5.80%	3.62%
	Flor	8.33%	4.78%	0.00%
	Janete	14.58%	11.60%	0.00%
	Total	41.67%	35.84%	9.42%
Oportunistas	Acácio	6.25%	7.51%	10.14%
	Caju	6.25%	6.48%	11.59%
	Jabá	6.25%	6.48%	7.25%
	Vavá	6.25%	6.14%	10.14%
	Vodka	12.50%	18.77%	3.62%
	Total	37.50%	45.39%	42.75%
Informados	Abelha	8.33%	4.10%	2.17%
	Amora	2.08%	2.05%	0.72%
	Ana	0.00%	0.68%	2.17%
	Cisca	0.00%	1.02%	1.45%
	Cláudia	2.08%	3.75%	2.17%
	Val	2.08%	0.68%	1.45%
	Total	14.58%	12.29%	10.14%
Usurpadores	Cacá	0.00%	0.34%	7.25%
	Cafê	0.00%	2.39%	8.70%
	Careca	0.00%	1.37%	4.35%
	Davi	2.08%	0.68%	10.87%
	Suspeito	2.08%	1.37%	6.52%
	Total	4.17%	6.14%	37.68%

Fonte: Dissertação Maria Alice. L. Miranda (2014).

Havia um grupo de animais que, embora chegasse junto com o grupo, ficava no entorno, sem subir nas plataformas, ou só o fazendo quando a plataforma ficava vazia, o grupo dos informados-cautelosos. Estes animais tiveram baixas aparições tanto com relação às inspeções quanto às visitas sociais. Embora composto majoritariamente por fêmeas, trata-se de um grupo heterogêneo no que diz respeito à posição hierárquica: há animais com alto posto, como a fêmea alfa Cisca e sua filha Cláudia, e outros com posição de intermediária para baixa, como a fêmea Ana e sua filha Amora e a fêmea Val. O único macho, Abelha, era um animal que havia entrado recentemente no grupo, apresentando posto hierárquico de intermediário para baixo (e não sendo da família A, nem de família nenhuma deste grupo). Ele foi responsável por 12% dos casos de inspeção (8% de

primeira inspeção). Um olhar mais detalhado para as ações de cada um destes indivíduos durante os eventos poderia nos revelar diferentes formas de participação, diferentes motivações.

As *affordances* envolvidas no contexto experimental que influenciavam as escolhas dos animais vão além dos pontos elencados. Por exemplo, os animais tomam decisões com base no ambiente físico. Strum et al. (1997) descrevem como a realização da corte por babuínos é impactada pelo local onde os animais passam os dias (planícies) e as noites (penhascos rochosos), favorecendo ou os animais mais velhos ou os mais novos. No PET, a disposição de árvores próximas às plataformas pode facilitar ou dificultar a chegada ao local. Pode também servir de anteparo visual, impedindo a visualização das plataformas, de forma que o uso da informação social e a usurpação do alimento sejam dificultados. Embora tenhamos tomado cuidado de montar o sítio experimental onde as influências físicas fossem reduzidas, as disposições espaciais de obstáculos, os caminhos de chegada, os materiais constituintes dos objetos precisam ser considerados para termos um quadro completo sobre o que está influenciando a construção do nicho cognitivo.

As escolhas individuais de cada membro do grupo vêm das suas histórias de desenvolvimento, e passam pelo o que conseguem fazer com seus corpos, o que implica em restrições decorrentes às idades (como tamanho, força, necessidade de aporte alimentar). Passam também pela forma como se distribuem espacialmente no grupo quando estacionado ou em deslocamento, pelas relações de afiliação e tolerância, e pelas suas condições de saúde. São influenciadas pelo relevo, pelas paisagens, pela temperatura, pela umidade.

Para a compreensão da dinâmica de forrageio, é preciso explicitar como os problemas estão situados e como ocorre a coordenação dos comportamentos envolvidos nos processos de tomada de decisão. Feito isso, um fenômeno complexo pode ser explicado pela coordenação de ações simples. Notamos aqui que a parte dos animais que entrava nas plataformas estava interessada principalmente nos alimentos. Havia, porém, animais que estavam nas proximidades, mas não se interessaram pelas visitas às plataformas. Os animais maiores em tamanho e força, mesmo não sendo os primeiros a chegar ao sítio, conseguiam acesso ao alimento. Animais mais novos, ou menores em tamanho ou esperavam o esvaziamento das plataformas para ocupá-las, ou chegavam antes, sendo produtores de informação. Geralmente, eram animais com postos baixos na hierarquia. Reader e Laland (2001), ao estudar inovação, fizeram um levantamento sobre

animais que apresentam novidades comportamentais e encontraram que os comportamentos inovadores são geralmente realizados por adultos machos de baixo posto hierárquico, que, por não terem acesso a recursos monopolizados pelos dominantes, acabam descobrindo novas formas de consegui-los. Isso é um efeito do contexto social e das suas potencialidades, que vem das capacidades de exploração. A dinâmica social de um grupo pode ser refletida em acesso diferencial a fontes de alimento (Fragaszy, Visalberghi, & Fedigan, 2004). Se as pequenas decisões que os animais tomam partem das possibilidades de ações (*affordances*) envolvidas, dos apoios externos que compõem os nichos cognitivos, os acontecimentos seguem as características de cada novo desafio.

2.5 Nossos resultados e as implicações para o estudo da cognição

Nos estudos apresentados, investigamos o que os indivíduos efetivamente fazem em seus ambientes, as suas possibilidades de ação e como elas são coordenadas, e como isso se desenvolve. Consideramos que o fenômeno psicológico ocorre nas relações organismo-ambiente: é esta relação que apresenta os caminhos de desenvolvimento possíveis. Por exemplo, quão pesada pode ser uma pedra utilizada como martelo? Quantos golpes podem ser dados? Considerando o tempo e a energia envolvida, vale a pena continuar golpeando um fruto? Levando em conta o ambiente físico e social, quando se aproximar ou se afastar de fontes de alimento? Destas configurações e das potencialidades de cada elemento emerge a cognição, sendo falsa a separação entre organismo e ambiente (Barret & Rendall, 2010).

Os processos cognitivos emergem das interações locais e descentralizadas entre organismos e seu entorno, havendo uma multicausalidade que vai além de um Sistema Nervoso Central (Smith & Thelen, 2003). Conforme aponta Barret e Rendal (2010), em termos de Seleção Natural, é mais parcimonioso e eficiente explorar as estruturas do ambiente e seus efeitos nos ângulos das juntas dos membros do corpo, por exemplo, do que construir uma estrutura neuronal mais complexa para monitorar o movimento das pernas. A experiência do cérebro depende da experiência do corpo, portanto da estrutura física dos corpos e de como encontram o ambiente. O corpo responde realizando um ajustamento dos movimentos, de momento a momento.

O estudo apresentado sobre a biomecânica da quebra de cocos revelou que os dois animais analisados apresentaram padrões consistentes de variação dos ângulos das juntas, exibindo padrões similares de coordenação do cotovelo e ombro, mas diferindo em

relação aos joelhos. O macho Edu flexionava os joelhos, mas a fêmea Cisca não. Isso é diferente do que foi encontrado no estudo de Liu et al. (2009), com *Sapajus libidinosus*, onde os frutos eram maiores e as pedras utilizadas como martelos eram mais pesadas. Os animais da FBV flexionavam os joelhos antes de subir, estendendo-os depois até o ponto máximo de elevação, pegando impulso para uma descida mais eficiente, dobrando os joelhos ao final do golpe. Cisca apresentou o mesmo padrão utilizando martelos com massas diferentes. Os dois animais, assim como os macacos-prego da FBV, concentravam os movimentos nos membros superiores, diferente dos humanos que, pela sua anatomia bípede, distribuem os movimentos pelos quadris. As possibilidades de movimentação estão, portanto, dadas tanto pelas características de cada animal, como pela própria tarefa e elementos disponíveis para que seja realizada. Não há como estudar desenvolvimento e aprendizagem de forma descontextualizada.

No estudo da ontogênese da quebra de cocos em macacos-prego, consideramos o ajuste entre o indivíduo e o ambiente, enfatizando o processo em si. Nós partimos do princípio de que as ações dos indivíduos geravam informação e as informações perceptuais geradas guiavam a ação subsequente (Resende et al., 2008). Entendemos que o uso de ferramentas é um caso especial de reconhecimento e produção de relações espaciais efetivas entre os objetos e entre o corpo e os objetos: as ações implicadas estão fundamentadas no sistema muscular-esquelético e nas rotinas de percepção e ação, e não em ações pré-planejadas não situadas no contexto da tarefa e do ambiente (Mangalam & Frigaszy, 2016). As tarefas realizadas com as ferramentas podem ser entendidas como sistemas dinâmicos, nos quais os comportamentos são explicados como junções cooperativas de múltiplos componentes, incluindo aqueles que são parte do organismo e aqueles que constituem o ambiente no qual o organismo está, ou seja, o comportamento é tanto um produto do sistema nervoso e dos músculos, quanto do mundo do organismo.

Para que os sistemas dinâmicos mudem, é preciso que haja instabilidade. Sistemas estáveis não mudam. Assim, o desenvolvimento pode ser visto como a sucessão de períodos em que o padrão está estável e períodos em que a estabilidade é perdida e um novo padrão emerge (Thelen & Corbetta, 2002). No nosso estudo, verificamos que os animais inicialmente apresentaram aumento das atividades relacionadas à quebra de cocos, depois houve uma estabilização, mas uma persistência de sequências não-ótimas em todos os animais, embora os mais proficientes utilizassem com mais frequência as sequências comportamentais predictoras de sucesso daquela tarefa. Considerando este comportamento como um sistema dinâmico, a diminuição de variabilidade indica

estabilização (Thelen & Corbetta, 2002). Os desvios da sequência ótima podem ser interpretados como oportunidades auto-geradas para aprendizagem perceptual, um aspecto muito importante do desenvolvimento, e um novo olhar que a perspectiva da Percepção-Ação lança sobre o que tradicionalmente se interpreta como “erro” (Lockman, 2000). Ou seja, seria um recurso chave para manter um repertório básico a partir do qual a mudança seria possível, em caso de alteração do sistema (por mudança corporal ou da natureza da tarefa, por exemplo). Ainda que o reuso de ferramentas e a ingestão de restos sirvam como estímulo inicial para manipulação de determinados objetos, a natureza de cada tarefa vai definir as possibilidades de ação. Deste constante ajuste entre o indivíduo e o ambiente vem a construção do nicho e o estabelecimento do nicho cognitivo, onde os coespecíficos se desenvolvem.

Ao estudar o reuso e a ingestão de restos de cocos em sítios de quebra de cocos na FBV, encontramos que os animais mais jovens, que são também os mais tolerados, reutilizam cocos e ferramentas e ingerem cocos na presença dos animais mais proficientes. Conforme crescem, e na medida em que passam a ser menos tolerados, passam a reutilizar cocos e martelos, e a ingerir cocos na ausência dos coespecíficos. O reuso na ausência de coespecífico no sítio de quebra de cocos aumenta com a idade, ligado ao aumento da proficiência. À medida que os macacos-prego vão conseguindo ter sucesso na tarefa, diminuem a ingestão de restos de cocos. Os movimentos não são planejados ou estratégicos, mas contingentes às *affordances* percebidas. As memórias estão fundamentadas no contexto no qual elas foram formadas, vinculadas às necessidades e especificidades dos organismos (Ades, 1993). Evidenciamos que não é necessário haver observação direta e nem imitação das ações para que haja aprendizagem da quebra de cocos, pois isso pode ser explicado por meio da ocorrência de mecanismos simples, ligados aos apoios externos deixados pelos quebradores de cocos, que vão alterando e construindo seus nichos, que são os espaços sociais e físicos de desenvolvimento do grupo estabelecidos pelo contexto social.

O processo cognitivo está distribuído em um grupo e seu meio: o fluxo de informação circula entre seus membros e marca o ambiente fisicamente. Nosso estudo do contexto social do forrageio do grupo semilivre de macacos-prego do PET revelou que o posicionamento espacial de cada um durante as atividades do grupo, suas preferências de parceiros, de alimentos, suas necessidades imediatas, tudo isso interfere na coordenação das ações envolvidas na dinâmica das situações de forrageio, que incluem escolhas de fontes de alimentação, e de informação. Nesta situação experimental, encontramos que

os indivíduos diferiram quanto à busca por oportunidades de produzir e usurpar fontes de alimento, sendo classificados em Produtores, Usurpadores, Cautelosos, Oportunistas. A estratégia foi influenciada pela posição hierárquica e pela posição espacial ocupada pelo indivíduo no grupo. A atração pelos alimentos foi sempre importante para a realização das escolhas. O uso de informação social, que incluiu subir em uma plataforma já ocupada, foi protagonizado pelos animais de posto social mais alto. Estando em busca do alimento, eles frequentaram as plataformas de batedores mais ativos, que eram também animais mais jovens, que saíam ao serem ameaçados, ou mesmo antes disso. Houve uma heterogeneidade quanto às características dos animais cautelosos. Segundo Barret e Rendall (2010), o comportamento social flexível e complexo é produto de uma interação dinâmica entre um conjunto de rotinas sociais simples, como detecção da direção do olhar, detecção de movimento, percepção de expressões faciais, que ocorrem em um ambiente social e físico particular. Estas respostas acontecem em um ajustamento constante de movimento e atividade que faz com que os agentes participem de diferentes campos de engajamento. Sendo assim, avaliamos que a ampliação dos elementos de análise (e.g.: inclusão das ações e interações realizadas fora das plataformas e do estudo de detalhes físicos do ambiente) tem o potencial de adicionar informações cruciais para a compreensão da dinâmica da situação, e isto pode ser incluído no planejamento de projetos futuros. Análises microgenéticas evidenciam multicausalidade da complexidade cognitiva, trazendo um conjunto de ações simples que se interconectam gerando um fenômeno elaborado, sem lançar mão de explicações que prescindem da centralidade cerebral. Este tipo de análise pode ser aplicado para explicar uma gama grande de situações vividas por humanos. Isso não implica em assumir que as situações vivenciadas pelos humanos sempre se darão via processos simples, nem implica em negar por completo a ideia de representação, mas em ressignificá-la.

Andy Clark (2003), por exemplo, defende que grande parte das tarefas humanas é resolvida de forma rápida, considerando as informações relevantes disponíveis no ambiente, sendo as representações contra-produtivas. Para isso, é necessário que estas informações sejam oferecidas pelo ambiente e, uma vez que elas estejam disponíveis, por que a Seleção Natural iria construir um mecanismo interno para fazer exatamente a mesma coisa? (Barret & Rendal, 2010). Por outro lado, isso não significa que não haja mecanismos internos. Mas, ainda que consideremos a existência de sistemas representacionais para regular nossas ações no mundo, isso não deve acontecer de forma

divorciada da realidade¹⁶. Por exemplo, ao sentirmos o cheiro de um alimento, pensamos nele. Podemos chamar isto de representação mental? Certamente aprendizagem está envolvida, e reagimos fisicamente à lembrança do alimento. Para Barret e Rendal (2010), aprendizagem diz respeito ao fortalecimento neuronal que ocorre quando neurônios disparam juntos em resposta a um evento, formando uma associação. Como o animal responde ao mundo influencia como vai perceber o mundo. Assim, a percepção do aroma está atrelada à percepção do sabor: o disparo do bulbo neuronal em resposta ao cheiro tem um significado no contexto do indivíduo, que age. Visto deste ponto de vista, o cérebro é “performático” (ênfatizando o desempenho de ações), e não representacional. Isso se aplica para humanos em muitas ocasiões. Nosso entendimento do mundo é baseado e construído a partir da nossa habilidade em atuar nele. Mesmo as ideias mais abstratas refletem o que o nosso corpo atinge fisicamente, e a separação entre o que seria *hardware* e *software* no funcionamento da mente, feita pela metáfora computacional, não comportaria esse entendimento.

O movimento é essencial para a cognição, e age juntamente com o cérebro, que é crucial para localização de comportamento relevante e pode alterar o fluxo de informação, controlando a ação (Clark, 2003). Agir é perceber, estando estas duas coisas juntas e indissolúveis. A persistência de variabilidade no repertório comportamental, exemplificada aqui pelo comportamento motor dos macacos-prego, preserva a possibilidade de exploração e descoberta da solução de novos problemas. Assim como o corpo de cada indivíduo vivo sofre constante mudança, o ambiente também está sempre se alterando: a preservação da variabilidade comportamental garante as possibilidades de novos ajustes, e, portanto, as possibilidades de criação de novas soluções. As diferentes ações permitem que haja uma constante exploração sobre o que é possível fazer com o corpo e com os objetos. Sem desprezar as características únicas de cada grupo taxonômico, essa ideia pode ser aplicada às diferentes espécies, incluindo seres humanos com as suas peculiaridades cognitivas.

Segundo a Psicologia Ecológica, os sistemas perceptuais dos animais são guiados para ação no mundo: forragear, achar abrigo, evitar predadores, reproduzir. As representações são orientadas para a ação. Não é uma questão de criar uma réplica no mundo dentro da cabeça, mas de reviver as situações. Reconhecer que a cognição é corporeada não implica em negar a importância do cérebro no sistema comportamental:

¹⁶ Como apontam Barret e Rendal, a escolarização formal muitas vezes faz parecer que existe este divórcio!

raciocinar e usar símbolos é replicar a experiência vivida, a partir do que é possível realizar as ações (Barret, 2011). Não se trata de negar qualquer representação: ela continua sendo útil para explicar ações e comportamentos, especialmente humanos. Como coloca Andy Clark, muitos aspectos do mundo humano requerem a noção de representação: temos muitos símbolos e convenções. Por exemplo, atribuímos valor a pedaços de papel, que podemos chamar de dinheiro, ou de diploma. Dentre as nossas atividades, algumas requerem representação e outras, não. Outras, ainda, são misturadas. De qualquer forma, as palavras são vividas fisicamente: quando ouvidas, foram produzidas por corpos que, ao mexer os lábios, controlar a respiração, e jogar ar pelas cordas vocais, provocam alterações resultando em ondas sonoras que impactam os ouvidos, estimulando células nervosas responsáveis pela audição. Se escritas, estão fisicamente presentes no mundo, sendo feitas de tinta ou algum material que altera a superfície, e são objetos visuais que estimulam as células nervosas da visão (Clark, 2006).

Um pensamento em palavras funciona como um estímulo físico, pois nosso corpo é capaz de reviver a experiência material. Utilizamos a linguagem não apenas para comunicação com os outros, mas também para realizar mudanças no ambiente que servem de apoio externo para a elaboração dos pensamentos (Barret, 2011). Por exemplo, à medida que escrevo este ensaio, vou reestruturando as frases, alterando as ordens das palavras, acrescentando trechos, e verificando se há lógica, consistência, profundidade. Falar é pensar. Escrever é pensar. Esta é uma atividade fluida, corporeada. Por meio da linguagem, os seres humanos podem se descolar do momento presente, reelaborando o passado, planejando o futuro. E isso nos torna seres históricos (Ingold, 2002). A linguagem acontece no mundo, apoiada em sinais do ambiente, em interação com os indivíduos, suas experiências, seus metabolismos.

Certamente humanos possuem particularidades cognitivas que incluem o uso de símbolos e linguagem, o que permite a construção de culturas complexas (Resende & Paula, 2015). Mas o estudo da cognição animal e a aplicação da abordagem corporeada nos revela que, mesmo em humanos, os processos de aprendizagem e a forma como solucionamos grande parte dos nossos problemas estão baseados em processos simples que envolvem todas as *affordances* de cada situação. Considerando que a cognição está distribuída entre os indivíduos e o meio, e que há uma coordenação entre as suas ações de acordo com a configuração do que encontram e com base no que está em suas memórias, os animais não-humanos são perfeitamente capazes de tomar decisões. Se tomada de decisão é indicativo de racionalidade, e se os animais estão continuamente

tomando decisões e resolvendo problemas, não é a simplicidade do mecanismo que define a racionalidade do indivíduo. Apesar da existência das diferenças cognitivas e das particularidades de cada espécie, não se sustenta a dicotomia racional/irracional, utilizada para separar humanos de outros animais.

3. A Etologia e o Pensamento Sistêmico aplicados à Brincadeira e Exploração

No Capítulo 1, apresentei o embasamento teórico desta tese, estabelecendo os conceitos vinculados à abordagem de Sistemas em Desenvolvimento. Rompendo com a dicotomia inato/aprendido, defendi que assumamos nossa animalidade e que nos percebamos como parte integral da natureza. No Capítulo 2, retomei os conceitos de construção de nicho, nicho de desenvolvimento e nicho cognitivo e apliquei o pensamento sistêmico na compreensão de processos cognitivos, entendendo cognição como corporeada e distribuída, e demonstrando que animais não-humanos tomam decisões e participam de tarefas complexas que podem ser explicadas por mecanismos simples. Neste capítulo, é retomado e reorganizado o conceito de brincadeira em Etologia. Dentre as propostas aceitas para a função da brincadeira está a de que ela promoveria habilidades importantes para a sobrevivência e serviria também como um treino físico, pois atividades repetitivas usadas neste contexto modificariam a fisiologia do indivíduo, tornando-o mais apto a sobreviver em seu ambiente (Fagen, 1981). Essa proposta foi originalmente colocada por Groos, que aplicou o olhar darwinista para essa questão (Groos, 1898, apud Gray, 2019): foram realizados estudos demonstrando as vantagens reprodutivas ou de sobrevivência de animais que brincam mais quando jovens, mas, sendo estudos correlacionais, não fica evidenciada a relação causal do fenômeno (Gray, 2019). Após apresentar a visão etológica tradicional, que é também utilizada pela psicologia do desenvolvimento de viés evolucionista, apresentarei uma releitura a partir do pensamento sistêmico que inclui a cognição distribuída e processos microgenéticos de trocas e regulações emocionais (Carvalho, Império-Hamburguer, & Pedrosa, 1996) e construirei uma reflexão sobre os comportamentos exploratórios e sua importância para a aprendizagem e o desenvolvimento. Partirei de exemplos com animais não-humanos, passando para considerações sobre o desenvolvimento humano, o que incluirá uma discussão sobre escolarização e tempo livre, concluindo que limitar as chances de explorar e brincar limita também o desenvolvimento de uma vida saudável.

3.1 Brincando e Explorando: Visão clássica da Etologia

A Etologia tem produzido uma vasta literatura sobre o brincar, discutindo sobre as funções da brincadeira, e como ela poderia ser definida (Bateson & Martin, 2013; Bekoff & Byers, 1998; Burghardt, 2010; Fagen, 1981; Spinka, Newberry, Bekoff, 2001). De uma forma geral, é comumente aceita a definição de brincadeira que segue, proposta por Burhardt & Pellis (2019). Brincadeira seria qualquer comportamento realizado por qualquer animal que preencha pelo menos quatro dos cinco critérios: 1) não é completamente funcional no contexto que aparece; 2) é um comportamento voluntário, recompensador, prazeroso ou feito pelo “próprio bem” do indivíduo; 3) possui modificações estruturais comparado com a sua forma funcional; 4) é repetitivo, mas não necessariamente invariante; 5) é iniciado quando o animal está com boa saúde, fora de situação estressante. Estes critérios têm sido amplamente utilizados na literatura etológica, porém pressupõem uma categorização vinculada à possível função do tipo de brincadeira. Por esta linha de pensamento, ao “brincar de luta”, por exemplo, o indivíduo estaria executando uma luta incompleta. E este poderia ser tanto um treino para a vida adulta, quanto para o próprio momento presente.

De forma parecida, mas com o foco no estudo sobre humanos, e, portanto, incluindo o uso de símbolos e de fantasia, Peter Gray (2019) considera que a brincadeira: 1) é auto-dirigida e pressupõe liberdade de escolha. Ou seja, para brincar, o indivíduo deve estar fazendo o que quer fazer; 2) é intrinsecamente motivada. Ela não é feita para se conseguir uma recompensa; 3) tem regras: é composta por comportamentos estruturados. Pode haver mudança de regras, mas se todas elas forem abandonadas, acaba a brincadeira. É, portanto, uma forma de aprender a controlar os impulsos e aprender regras sociais; 4) pressupõe imaginação, envolve uma forma de se abstrair do mundo “real”, promovendo a criatividade e o comportamento inovador; 5) ocorre em contexto de relaxamento: o indivíduo está alerta, com controle de suas ações, mas livre de pressões ou estresse.

A aplicação da abordagem etológica para o estudo da Brincadeira pressupõe a observação empírica para criar categorias (indução) e o teste de hipótese (dedução) (Pellegrini, 2019), sendo comumente aceito pelos etólogos que exploração e brincadeira configuram como fenômenos diferentes. Então, ao manipular objetos, Pellegrini (2019) considera que as crianças podem estar brincando, explorando, utilizando os objetos para fazer uma construção ou usando como ferramenta. Para ele, é fundamental haver essa distinção, pois seriam comportamentos com funções diferentes. Na construção, haveria um objetivo final: os objetos seriam manipulados para se chegar a uma forma final. O uso

de ferramentas implicaria no uso de objetos destacados do ambiente e do corpo do indivíduo para atingir a uma meta, sendo que o “fazer ferramentas” uma atividade considerada como cognitivamente complexa. Na brincadeira, a ênfase estaria nos meios e não nos fins, ou seja, na repetição de ações sem um objetivo específico. Na exploração, ao contrário, importariam os fins e o objetivo seria realizar o reconhecimento dos objetos, uma investigação para diminuição das incertezas e aumento de informações sobre eles. Assim, a exploração sempre precederia a brincadeira. Depois de conhecer os objetos, seria possível brincar. Isso se aplicaria tanto a humanos como a não humanos. Porém, será possível delimitar tão claramente esses quatro tipos de atividade? Não é possível que os objetivos vão se revelando e sendo tecidos ao longo do brincar? Quando crianças constroem uma casinha ou uma cerca com caixotes, a diversão está justamente na elaboração da arquitetura, no encontro dos objetos, na organização do espaço, na busca do equilíbrio dos encaixes e, no caso de haver mais de um construtor, na negociação envolvida para resolver os desafios que vão se apresentando. Não há necessariamente um “fim” pré-definido. Esse raciocínio se aplica também às outras categorias de uso de objetos criadas por Pellegrini, especialmente no que se refere à exploração.

No estudo etológico sobre brincadeira, muitas vezes é útil incluir categorias comportamentais que distinguem tipos de brincadeira. Quando se tratam de estudos com animais não-humanos, são reconhecidos três tipos de brincadeira: social, com objetos e locomotora (Burghardt, 1998). A brincadeira de humanos inclui uma maior complexidade. Moraes e Otta (2003), por exemplo, propuseram seis tipos de brincadeira, classificadas de acordo com o caráter predominante da ação: brincadeiras de contingência física e de exercício sensório-motor; brincadeiras de contingência social; brincadeiras de construção; brincadeiras turbulentas; brincadeira de faz de conta e brincadeiras de jogo e de regras. Classificaram também de acordo com a forma e a natureza das interações sociais: solitária, paralelas, associativa e colaborativa. Não é tão simples estabelecer categorias comportamentais que separem brincadeira de outras atividades, e que separe os tipos de brincadeira. Por exemplo, Yumi Gosso, Ana Maria Almeida Carvalho e eu realizamos um levantamento sobre brincadeiras em populações indígenas da América do Sul (Gosso, Resende, & Carvalho, 2019)¹⁷. Vimos que muitas vezes, as tarefas cotidianas - como lavar roupa no rio ou espantar galinhas - continham um aspecto lúdico, trazendo

¹⁷ Há uma grande variedade de povos, e uma grande variação de práticas e cosmologias. Mas há também uma identidade compartilhada criada pelo legado da invasão europeia, e, em muitos casos, a preservação de modos de vida com maior conexão com o entorno, com os outros elementos do ambiente e da natureza.

uma dificuldade para a criação de categorias comportamentais que separassem brincadeira de outros comportamentos. Optamos, então, por classificar as atividades em: brincadeira na natureza, brincadeira com artefatos, jogos estruturados, brincadeira de faz-de-conta; brincadeira com o corpo, brincadeira no trabalho, deixando de fora as atividades lúdicas com participação e/ou orientação de adultos.

A dificuldade de separação entre brincadeira, exploração e uso de ferramentas aparece com nitidez quando voltamos o olhar para o estudo dos primatas não humanos. Huffman (1984), por exemplo, publicou um artigo relatando um comportamento que chamou de “brincadeira com pedras” (*stone-play*). Era realizado por macacos-japoneses (*Macaca fuscata*) livres, e ocorria em ambiente relaxado e aparentemente sem um objetivo final. Envolveria diferentes maneiras de manipular pedras: os animais batiam umas contra as outras ou contra a superfície, esfregavam, rolavam, empilhavam ou carregavam e empurravam e as jogavam/arremessavam. Isso foi inicialmente realizado por uma fêmea juvenil, tendo se espalhado pelo grupo, e os animais continuaram apresentando o comportamento mesmo depois de adultos. Como o principal interesse era divulgar e discutir sobre a transmissão social dos comportamentos observados, nos artigos subsequentes o comportamento era citado como “manipulação de pedras” (Stone handling), evitando questionamentos sobre a adequação do uso do termo “brincadeira” (como Huffman & Quiatt, 1986 e Huffman, 1996). Huffman e Quiatt (1986) sugerem que a manipulação de pedras provavelmente levaria ao uso ocasional das pedras como ferramentas.

O estudo de macacos-prego do Parque Ecológico do Tietê também evidenciou essa dificuldade de separação entre exploração, uso de ferramentas e brincadeira (Resende & Ottoni, 2002). Os adultos proficientes compareceram aos sítios de quebra exclusivamente para quebrar cocos (Resende, Izar, & Ottoni, 2003). Mas os imaturos apresentaram intercalação de atividades de quebra de cocos com a brincadeira social. Isso evidenciou a ludicidade do contexto de aprendizagem desta tarefa: os juvenis e infantes se engajavam em brincadeira de luta e pega-pega ao redor dos sítios de quebra de cocos nos momentos de descanso dos adultos, mas interrompiam a brincadeira social para manipular pedras e cocos, golpeando objetos, e voltando para a brincadeira social. A intercalação destas atividades diminuía com o aumento da faixa-etária. Os animais não-proficientes, apesar da possibilidade de conseguir acesso ao endocarpo dos cocos via ingestão de restos, executavam tentativas de quebra. Isso apontou para a existência de uma motivação diferente do reforço alimentar, possivelmente relacionada com a busca, a exploração e a

brincadeira. Nesse contexto, não parece possível, nem útil, separar exploração de brincadeira: em um momento de relaxamento do grupo, os juvenis e infantes se divertem mexendo em objetos¹⁸, ensaiando golpes, e intercalando com a movimentação da brincadeira social. O uso de ferramentas aparece como uma consequência do estilo manipulativo destes animais, que são curiosos e tendem a explorar os elementos do seu entorno extensivamente. Esse estilo explorador, fuçador e xereta resulta em descoberta de solução de tarefas, e aprimoramento das técnicas, que influenciam caminhos de desenvolvimento do corpo, do sistema nervoso e dos movimentos (Izar, Resende, & Ferreira, 2018; Resende & Izar, 2011).

3.2 Brincadeira e quebra de cocos em macacos-prego

Além do macaco-prego, algumas outras populações de primatas não-humanos utilizam pedras ou pedaços de tronco para ter acesso a alimento encapsulado, uma atividade que exige treino, coordenação, fortalecimento de músculos e controle dos movimentos. O domínio da técnica requer anos de prática. Chimpanzés selvagens (*Pan troglodytes*) começam a ter sucesso na quebra de cocos por volta de 3,5 anos, mas antes disso realizam diversas ações utilizando os objetos envolvidos na quebra: inicialmente realizam manipulações mais simples, passando depois a ações coordenadas que resultam no rompimento das cascas (Inoue-Nakamura & Matsusawa, 1999; Resende et al. 2008). Em macacos-prego (*Sapajus sp*), o processo é bastante semelhante: as ações de percussão de objetos aparecem ao longo do primeiro ano de idade, quando os infantes batem cocos contra outros objetos. Mas, diferente dos chimpanzés, que cedo posicionam cocos sobre as bigornas, essa ação é o último elemento necessário para a emergência da quebra de cocos nesses animais (Resende et al., 2008). O processo de aprendizagem de quebra de cocos é gradual, e pode ser dividido em três etapas: inicialmente os infantes apresentam grande interesse pela investigação de pedras e cocos nos sítios (Resende & Ottoni, 2002). No Parque Ecológico do Tietê, foi verificado que normalmente na época do desmame, os animais estavam começando a tentar quebras cocos. Nesta etapa, frequentemente utilizavam pedras muito pequenas, ou irregulares, e não coordenavam todas as ações necessárias para o sucesso. Eles também manipulavam uma grande variedade de objetos. A complexidade das formas de manipulação acompanhava a idade: os mais novos

¹⁸ “Having fun” ou “se divertir” é utilizado para se referir a um complexo de respostas neuroendócrinas (Spinka et al, 2001) que pode ser acessado por meio de análises etológicas das ações emocionais acompanhadas de mudanças cerebrais elétricas e neuroquímicas (Panksepp, 2005).

manipulavam apenas um objeto por vez. Passavam depois a incluir todos os elementos necessários para quebrar cocos em suas ações. Ao mesmo tempo em que estavam desenvolvendo sua destreza em manipulações complexas, dedicavam-se mais tempo à brincadeira social: juvenis brincaram mais do que infantes, adultos brincaram muito pouco. No geral, este grupo passava cerca de 4% do seu tempo brincando, o que só pode ocorrer em um ambiente seguro e sem escassez alimentar. Em geral, eram os infantes e juvenis que se dedicavam à brincadeira social, preferindo brincar com parceiros da mesma faixa-etária, ao mesmo tempo que preferiam observar a quebra de cocos realizada por animais mais velhos, preferencialmente adultos (Resende, Izar, & Ottoni, 2004).

Macacos de cauda longa (*Macaca fascicularis*) também utilizam pedras como martelos para quebrar conchas em ambientes costeiros na Tailândia (Tan, 2017). Assim como os macacos-prego e os chimpanzés, os macacos de cauda longa iniciam a manipulação de único objeto na infância, enquanto ainda mamam. A combinação de objetos predomina quando têm entre 1,5 e 2,5 anos, e até 3,5 anos predominam manipulações envolvendo a ordem incorreta da sequência comportamental necessária para o sucesso. Inicialmente os animais posicionavam as conchas na superfície, depois as esfregavam e por fim realizam a percussão, inicialmente de forma desordenada, e depois de forma eficiente, acertando o alvo. Depois de conseguirem sucesso, a acurácia aumentava rapidamente. A tarefa de quebra para esses primatas não-humanos possui semelhanças: o alimento deve ser posicionado e golpeado com um objeto duro até que a casca seja rompida. Mas possui também diferenças, que dizem respeito ao tamanho dos animais, à disponibilidade dos objetos no ambiente, às propriedades físicas dos objetos disponíveis, e aos contextos sociais de cada população.

Se explorar, construir e usar ferramentas podem estar permeados pela ludicidade, não seria possível definir a brincadeira de forma a não compartimentalizar essas situações? Na sessão seguinte, desembocaremos em um conceito mais sistêmico, partindo do conhecimento sobre brincadeira entre humanos e não-humanos.

3.3 Brincando e Explorando: regulação e interação

Comparando as espécies animais, verificamos que quanto maior a encefalização, mais longo é o período de juventude, maior o engajamento em brincadeira e exploração (Bjorklund & Pellegrini, 2002). E, de acordo com (Freire, 1996), “quanto mais cultural o indivíduo, maior sua infância e sua dependência de cuidados especiais”. Experimentos demonstraram que a privação de brincadeira em ratos e macacos causaram déficits

emocionais de longa duração (Gray, 2013). Pellis (2002), observando brincadeira em ratos, verificou que eles constantemente se monitoravam e alteravam seus comportamentos de forma a realizar ajustes necessários para que a brincadeira se prolongasse: eles podiam exibir o “*self-handicapping*” (colocar-se em desvantagem em uma brincadeira de luta) ou realizavam uma inversão de papéis (*role-reversing*), promovendo uma brincadeira mais justa (*fair play*), prolongando sua duração. Bekoff (2014) afirma que, durante a brincadeira de luta, os indivíduos de diferentes espécies de mamíferos inibem a intensidade de suas mordidas, o que ajuda a manter o clima de brincadeira. Ou seja, as sequências comportamentais implicadas na brincadeira social são organizadas de forma que os participantes consigam calibrar suas ações de acordo com a de seus parceiros, estimulando o engajamento e impedindo o abandono da brincadeira. Essa calibração depende das experiências pelas quais os indivíduos passaram dentro do grupo: a familiaridade dos brincantes pode influenciar na percepção do outro como parceiro potencial, facilitando o engajamento na brincadeira e permitindo o desenvolvimento de padrões idiossincráticos entre díades (Mitchell & Thompson, 1990).

A exploração e a brincadeira promovem oportunidades auto-geradas de aprendizagem (Lockman, 2000). Os brincantes de diferentes espécies costumam se colocar em situação de risco quando brincam: saltam de grandes alturas, escalam superfícies perigosas, desenvolvem corrida em altas velocidades, derrapam, enterram-se, balançam e se colocam em posições vulneráveis durante brincadeiras sociais, utilizam elementos como água e fogo (Gray, 2019). Estas seriam formas de aprender a lidar com o medo. Durante a brincadeira, as crianças não poupam os parceiros, exigem o cumprimento de regras ou privilégios, não toleram ares de superioridade. Além disso, surgem situações de conflito e de cooperação e as crianças se colocam desafios, sendo que cada um sabe a medida do risco que assumirá, tanto físico quanto social. Aprendem assim a dosar emoções como medo e a raiva, controlando suas emoções: a privação da brincadeira acarreta reduzida habilidade para regular emoções (Gray, 2011).

A brincadeira implica no aprendizado da regulação e da co-regulação entre participantes, ainda que não chegue a ser simbólica, que não envolva imaginação e faz de conta, e que seja simplesmente motora e realizada por indivíduos desprovidos da capacidade de atribuir estados mentais a outros. Ou seja, o brincante, ao inter-agir com o outro e com todos os elementos de seu contexto, percebe o que é capaz de fazer, o que pode ser feito, os riscos envolvidos nas ações e como contorná-los. Vai, portanto, se apropriando do mundo, adquirindo repertório comportamental e aprendendo a ajustar

suas ações de forma adequada aos diferentes desafios. Estas ideias estão fundamentadas no pensamento socioconstrutivista de Vygotsky (2016/1966). Para ele, na brincadeira de crianças humanas, a realidade é desconstruída em pequenos elementos, que vão depois sendo recombinações e reconstruídos. O indivíduo, ao brincar, usa elementos da realidade, trazendo um significado idiossincrático para ela. E, por outro lado, o que é elaborado durante a brincadeira vai ser aplicado em outros contextos. Portanto, os elementos socialmente construídos serão fundamentais nesta elaboração e apropriação da realidade. Ou seja, brincadeira nunca é descontextualizada, não ocorre descolada do momento histórico e cultural (Vandeboncoer & Göncü, 2019). Por este ponto de vista, a exploração faz parte da brincadeira, não podendo ser separadas. Este raciocínio pode ser aplicado mesmo para não-humanos quando em contexto lúdico e de exploração. Nas suas rotinas, os animais não separam de forma nítida as ações envolvidas na brincadeira daquelas envolvidas na exploração e no uso de objetos. As finalidades dessas ações também não podem ser sempre à priori definidas. Pelo contrário, elas vão se constituindo conforme o desenrolar dos eventos.

Pela perspectiva socioconstrutivista, e ao contrário dos conceitos mais comuns da literatura etológica, a diversão, o caráter voluntário, o ambiente de relaxamento, ou a repetição, embora comuns neste contexto, não seriam essenciais para definir brincadeira. Para Vygotsky (2016/1966), a separação entre o brincar e o não-brincar seria o agir em relação a algo “como se” ele fosse outra coisa: brincar não seria fugir da realidade, mas uma construção sobre ela, testando, praticando e aprendendo, não havendo uma linha nítida entre realidade e fantasia, pois tudo o que a imaginação cria parte de coisas reais já vividas. A brincadeira funcionaria como uma zona de desenvolvimento proximal que permitiria que a criança usasse o que explora, suas experiências com objetos e situações e movimentos, para testar hipóteses sobre a vida de forma inovadora e criativa, se engajando em papéis que não estão disponíveis a elas. Na brincadeira, os participantes controlam o que vai acontecer de acordo com a composição do grupo, do ambiente, do contexto cultural. O controle está, portanto, distribuído entre ambientes e brincantes. A regulação entre os componentes da brincadeira é, assim, um ponto crucial para o desenrolar desta atividade.

Ana Maria Almeida Carvalho e colegas vêm estudando a infância articulando o referencial teórico etológico com o socioconstrutivismo, a Psicologia do Desenvolvimento, e a Psicologia Ecológica. Além de Vygotsky, elas trazem o olhar interacionista e dialético de Hinde (1997), apoiando-se também em autores como Jaan

Valsiner, Alan Fogel, e Esther Thelen. Elas têm realizado estudos psicoetológicos que investigam rotinas de crianças em instituições de educação infantil ou centros de recreação e vêm demonstrando, especialmente por meio da observação naturalística de atividades de brincadeira, os processos culturais que ocorrem na primeira infância, as capacidades das crianças de usar informações espaciais e sociais para regulação e autorregulação, os conhecimentos adquiridos e construídos (Carvalho & Pedrosa, 2004; Carvalho & Pedrosa, 2009; Lucena & Pedrosa, 2014; Pedrosa & Carvalho, 2006). Carvalho e Pedrosa (2009) ressaltam que “por meio da brincadeira, ou mesmo para brincar, a criança lança mão de diversas estratégias na tentativa de resolver seus problemas (introduzir-se em um arranjo social já configurado, dirimir um conflito, chamar a atenção do parceiro, tecer o enredo do episódio, conseguir um resultado semelhante com o mesmo objeto, etc.)”.

Pedrosa, Império-Hamburguer, e Carvalho (1996), por exemplo, utilizaram a perspectiva sistêmica em estudo etológico de brincadeira de crianças de 2-3 anos. Importando conceitos das teorias de sistemas da física, defenderam que um grupo de crianças brincando livremente poderia ser considerado como um sistema dinâmico, sendo a brincadeira um campo social de interações. Assim, as interações dizem respeito ao “potencial de regulação entre os componentes de um campo”. Neste caso, a regulação seria um processo social que envolve um ajustamento dinâmico do comportamento em relação ao comportamento do parceiro. Pedrosa et al. (1996) analisaram em suas filmagens a proximidade entre as crianças, suas relações espaciais, e a sequência de ações individuais ao longo dos episódios de brincadeira, identificando pistas que mostravam que as ações das crianças eram reguladas por outras crianças. Por exemplo, atentaram para a orientação da atenção dos indivíduos atraídos pela presença ou pelo comportamento dos parceiros, e verificaram como ações individuais dos participantes ajustavam-se mutuamente, criando atividades conjuntas ou compartilhadas. A brincadeira ia sendo tecida, e a atribuição de significados por parte das crianças ia se definindo de momento a momento. Ou seja, no início da brincadeira, não estava pré-definido o nome que ela teria, nem as suas regras, e nem os papéis de cada participante. Tudo isso ia sendo construído. A regulação e co-regulação implicadas promoveram os ajustes dos brincantes aos sinais lidos no comportamento dos parceiros, às características do ambiente, dos corpos, dos contextos. Lucena e Pedrosa (2014), por sua vez, apresentaram situação lúdica em que as crianças se dedicavam a arrastar objetos grandes, criando uma brincadeira. A estrutura da brincadeira era reconhecida pelos brincantes, e novos

elementos iam sendo adicionados. Carvalho e Pedrosa (2004), por meio da observação da brincadeira livre, verificaram que crianças com idade entre 2-6 anos já realizavam o uso social do espaço, construindo e administrando suas relações sociais. As autoras apontam que o “comportamento territorial tem função comunicativa, concretiza relações de pertencimento a subgrupos e é parte do processo de construção da identidade”. O processo de construção de significados também ocorre no campo interacional da brincadeira. Pedrosa e Carvalho (2006) verificaram que crianças brincando criavam convenções comunicativas (desde expressões faciais, gestos e movimentos, até verbalizações) como parte da microcultura de em instituições de educação infantil. Estes estudos exemplificam a forma como a brincadeira acontece está apoiada nos aportes ambientais socialmente construídos (ou seja, no nicho de desenvolvimento), e no que cada participante faz, configurando-se como uma dinâmica em que a cognição está distribuída.

A brincadeira, por todas essas implicações, é importante na primeira infância e continua sendo importante para criança mais velha. É na brincadeira livre e no tempo do ócio que surgem novas possibilidades, e também novos obstáculos e conflitos (Lordelo & Bichara, 2009). Ao privarmos nossas crianças dessas fontes de conflitos e destes obstáculos, estamos também as privando da possibilidade de criar soluções, de aprender a lidar com contrariedades.

3.4 A brincadeira livre

Com o olhar voltado para a educação infantil, Lordelo e Carvalho (2003) defendem a brincadeira livre, criticando a escolarização da educação infantil que trata crianças como pequenos adultos. Para elas, submeter crianças pequenas a uma rotina conteudista implica uma “desvalorização do bem-estar presente na criança em favor de metas futuras”, metas estas antecipadas, que desrespeitam as reais necessidades infantis, como se o desenvolvimento fosse uma corrida e o objetivo fosse fazer o mais rápido possível alguma coisa. Nessa corrida, ficaria de lado a construção de um firme alicerce socioemocional.

Ainda sobre a falta da brincadeira livre e o excesso de atividades escolares ou dirigidas, o etólogo Peter Gray aponta que a sociedade estadunidense acredita (de forma semelhante à nossa) que, para proteger as crianças de perigo e educá-las, elas devem ser privada exatamente da atividade que as faz mais felizes (a brincadeira), e colocá-las por mais tempo em atividades mais propícias a produzir ansiedade e depressão. Ele demonstra que tem havido um decréscimo de brincadeira livre nos últimos anos na sociedade

estadunidense (incluindo brincadeiras com jogos eletrônicos), e um aumento da ansiedade entre crianças e adolescentes, bem como um aumento no narcisismo e depressão. Para ele, o déficit do brincar possivelmente tem reflexos no aumento do Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), já que regulação emocional e auto-controle, elementos essenciais da brincadeira, poderiam contrabalancear a impulsividade que caracteriza este transtorno (Gray, 2011; Panksepp, 2008). Para Gray, esses são fenômenos correlacionados: uma sociedade que não proporciona a possibilidade de brincadeira livre para seus membros, não proporciona a chance de se aprender a desempenhar funções essenciais para a vida em grupo. Nossas crianças passam grande parte de seu tempo na escola, mas não podem brincar nem lá, nem em outro lugar. Além disso, é muito raro que a escolarização formal privilegie aspectos corpóreos envolvidos na aprendizagem, fazendo parecer que há um divórcio entre sistemas representacionais para regular nossas ações no mundo e a realidade corporeada (Barret & Rendal, 2010). O déficit da brincadeira vigorosa e física impacta na saúde mental, pois a brincadeira ajuda a criança a desenvolver competências e interesses intrínsecos, a aprender a tomar decisões, a resolver problemas, a ter auto-controle e seguir regras, aprender a regular suas emoções, fazer amigos e aprender a lidar com os outros, e ter experiências alegres (Gray, 2011). Por isso, os psicólogos e etólogos têm defendido o incentivo do brincar pela sua importância, para permitir que as crianças recuperem a natureza que vem sendo retirada das suas vidas (Otta, 2017).

3.5 Brincadeira e cognição corporeada

A releitura sistêmica sobre a Brincadeira, embasada no pensamento sócio-construtivista e na tradição etológica interacionista, entende que esta seja uma atividade que envolve a coordenação de aspectos distribuídos entre os brincantes, seus parceiros, suas histórias e seus ambientes, suas particularidades. O brincar envolve o lúdico que emerge em atividades de reconhecimento que possibilitam: 1) o desenvolvimento do metabolismo e do sistema nervoso, de habilidades sensoriais, de quadros de referência e de coordenação de movimentos; 2) o fortalecimento de músculos; 3) a aprendizagem sobre as propriedades de objetos, sobre regulação emocional, sobre regras e possibilidades; 4) aprendizagem sobre limites e capacidades; 5) aprendizagem envolvendo controle emocional e frustração.

Há muitos microprocessos envolvidos na composição do que é reconhecido como brincadeira. Eles envolvem o corpo, os apoios externos do ambiente (incluindo o que foi socialmente construído), e envolvem, em humanos, a imaginação, a criatividade, e frequentemente trocas sociais. Essas trocas podem ser feitas no mundo do faz-de-conta, um mundo que também acontece nas brincadeiras virtuais (videogame, jogos coletivos online). Estas são atividades que contemplam este aspecto, pois trazem a possibilidade de estar junto com os parceiros, mesmo estando em casas diferentes. Trata-se, portanto, de uma brincadeira livre e sem intervenção de adulto, o que é muito precioso para as crianças (Gray, 2015). É preservado o mundo da imaginação, podendo criar, traçar planos, interagir com parceiros (Becker, 2017). Porém, nessas brincadeiras, poucas partes do corpo se movimentam. Os dispositivos de brincar tecnológicos não incluem uma grande variedade de ações sensório-motoras. Caindo o tempo de exposição a outros estímulos com maior riqueza sensório-motora, a criança é exposta a um conjunto mais restrito de experiências físicas, cognitivas e socioemocionais, o que pode trazer um efeito no desenvolvimento a longo prazo. Estudos sobre neurociência afetiva revelaram que a privação de brincadeira social leva a déficits em domínios sociais, cognitivos e emocionais (Bergen, 2019). O contexto de brincadeira não-virtual também não possibilita a oportunidade de lidar com situações adversas que ocorrem nas situações de brincadeira ao ar livre (Gray, 2015), como, por exemplo: o que fazer quando alguma criança se machuca e não tem adulto por perto? Como proceder quando quebram algum vidro ou arranham um carro durante a brincadeira?

Segundo Vygotsky (2016/1966), quanto mais rica a experiência de alguém, mais rico é o material que sua imaginação acessa. Mas nós temos tolhido a liberdade de exploração livre, de brincadeira das nossas crianças. Impedimos que elas desenvolvam habilidades corporais, sociais, emocionais, limitando seus repertórios. No entanto, os adultos precisam dessas habilidades para viver. Então surgem vestibulares que cobram habilidades “socioemocionais”, e surgem escolas que passam a “ensinar” (ou tentar ensinar) como resolver testes sobre habilidades socioemocionais (Gray, 2013; Otta, 2017). No entanto, se valorizamos isso e se o desenvolvimento se dá no contexto social, urge criar condições para que essas habilidades possam emergir pela experiência dos indivíduos em seus contextos de desenvolvimento: elas também não podem ser transferidas como pacotes para as mentes. Ou seja, é preciso preservar o tempo livre para que as pessoas possam realizar exploração do ambiente físico e social e criar repertórios

relativos à regulação emocional e vivência em sociedade.

Para Freire (1996), os seres vivos se prendem afetivamente aos espaços que lhe dão suporte, e estão em desenvolvimento contínuo, ou seja, em “condição de inacabamento”. Mas só os seres humanos se sabem inacabados e é isso que faz com que possam ser educados, sendo a educação um processo permanente (Freire, 1996). Se sabendo inacabados, os seres humanos estão em constante movimento de procura: a partir de uma curiosidade ingênua, que leva à exploração para reduzir as incertezas e obter informação, chega-se na curiosidade epistemológica, que é a busca pelo conhecimento formal construído e acumulado pela humanidade¹⁹. Com isso, o ambiente vai sendo alterado. Então a existência se ancora em suportes ambientais construídos em parte pela ação dos seres vivos, que não estão apenas se adaptando a algo: são agentes de transformação. Aqui o pensamento de Freire converge com a Teoria da Construção de Nicho, especialmente no que toca o nicho cognitivo, já que estamos enfatizando os processos cognitivos envolvidos no mundo construído pelos seres humanos.

Chegamos de volta à ideia de que a cognição emerge das interações entre corpo e ambiente e está distribuída entre esses elementos, acontecendo no mundo físico: ela é, portanto, corporeada (*embodied*), situada, e distribuída, o que é uma abordagem que expande o pensamento cognitivista, incluindo uma visão sócio-construtivista. Também é uma abordagem que resgata a visão sistêmica da Etologia baseada no *Umwelt* de von Uexküll, e que, portanto, propõem o estudo do comportamento de diferentes seres a partir das diferentes formas de perceber e ser. Deste ponto de vista, a cognição não está no cérebro. A experiência do cérebro depende da experiência do corpo, que responde ajustando os movimentos, de momento a momento. A cognição está na interação com o mundo, pautada através de um corpo, e é daí que emergem as capacidades de processamento e de comportamento inteligente. Ela pode, então, ser definida como um sistema de coordenação entre elementos tanto dentro como fora dos organismos. Levando em conta o papel do corpo ativo no ambiente trazido pela Psicologia Ecológica, enfatizamos que, nos processos de desenvolvimento, o resultado emerge da prática e da aprendizagem perceptual, não sendo uma simples maturação de algo que já estava pré-

¹⁹ Sobre adaptação, Vygotsky (2016/1966) diz: “A creature that is perfectly adapted to its environment, would not want anything, would not have anything to strive for, and, of course, would not be able to create anything. Thus, creation is always based on lack of adaptation, which gives rise to needs, motives, and desires”.

dado, ou programado: o desenvolvimento de cada traço é reconstruído no processo de cada indivíduo, e na sua interação com o meio, de acordo com as possibilidades de cada situação. A partir de um número grande de movimentos possíveis, o indivíduo restringe seu comportamento conforme age e reage e isso depende de como percebe o ambiente e ajusta seu comportamento (Ballesteros-Ardila & Resende, 2015; Clark, 1997; Ingold, 2001; Lockman & Thelen, 1993; Strum et al. 1997; Gibson & Pick, 2004).

Na brincadeira livre, são criados ambientes de aprendizagem que provocam alterações na relação dos indivíduos com tudo o que há no ambiente físico e social. Ou seja, acontece a regulação de comportamentos em relação às possibilidades (*affordances*) do ambiente, o que inclui as oportunidades para exibir formas de ação em resposta ao que é oferecido pelos parceiros (Ballesteros-Ardila & Resende, 2015; Barret & Rendall, 2010). No contexto de brincadeira, os participantes tomam pequenas decisões a partir das possibilidades de ações (*affordances*) envolvidas, dos apoios externos que compõem os nichos cognitivos, e os acontecimentos vão sendo tecidos conforme cada novo desafio. O que é aprendido pode depois ser empregado em outros tipos de situação. Na brincadeira, a repetição, a variação e a instabilidade permitem a descoberta, o treino, e a criação de oportunidades para compor um repertório comportamental. É por isso que a livre exploração e a livre brincadeira são fundamentais para um integral desenvolvimento. A coordenação dos movimentos e ações, os ajustes e trocas são essenciais para que cada indivíduo se desenvolva como um membro do seu grupo, como um adulto pleno.

Quando desconsideramos os aspectos do corpo e de cada faixa-etária, limitamos seriamente as possibilidades de desenvolvimento sadio e de repertório para solução de tarefas e conflitos, e para o bem-viver de uma maneira geral: se somos Natureza e nos propomos a construir nossa vivência neste planeta em conjunto com todos os outros elementos naturais (não contra eles), precisamos respeitá-los, a começar pelas nossas próprias necessidades orgânicas.

4. Considerações Finais

A Etologia, em sua fundamentação básica, parte de um olhar sistêmico para o estudo de diferentes espécies, ciente das diferentes formas de perceber e ser, e do desafio que é para o observador humano reconhecer, decodificar e traduzir os processos pelos quais os outros seres passam. Ainda assim, alguns programas de pesquisa etológica se distanciaram deste olhar e é preciso que seja resgatado. A cognição é considerada como descentralizada: há que se considerar o envolvimento do Sistema Nervoso Central, mas também de todos os sentidos do corpo, e suas ações no ambiente. A cognição está afinal, ancorada no ambiente e a mente emerge das interações destes elementos. Não há como estudar o desenvolvimento sem considerar o papel do corpo no ambiente. As características físicas e psicológicas de cada um serão sempre fruto do processo de desenvolvimento, emergindo das vivências e possibilidades que cada um encontra em um nicho que foi e é construído. A possibilidade de explorar é o que trará a chance de aprimoramento de repertório. Para mamíferos sociais, a brincadeira permite que os indivíduos aprendam o que fazer como seus corpos, com os objetos e as superfícies e como lidar com tudo isso e com os outros seres. Tolher a exploração descompromissada e a brincadeira livre é limitar a construção de repertório e cercear a saúde mental seja de pessoas, seja de animais não-humanos.

5. Referências

- Ades, C. (1991). *Memória e instinto no comportamento de predação da aranha *Argiope argentata**. (Tese de livre docência). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Ades, C. (1993). Por uma história natural da memória. *Psicologia USP*, 4(1-2), 25-47.
- Adams-Curtis, L., & Fragaszy, D. M. (1995). Influence of a skilled model on the behavior of conspecific observers in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *American Journal of Primatology*, 37(1), 65-71.
- Alcock, J. (2011). O desenvolvimento do comportamento. In J. Alcock *Comportamento Animal*. (pp. 63-106). Porto Alegre: Artmed.
- Alfaro, J., Silva Jr, J., & Rylands, A. (2012). How different are robust and gracile capuchin monkeys? An argument for the use of *Sapajus* and *Cebus*. *American Journal of Primatology*, 74(4), 273-286.
- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3-4), 227-266.
- Ballesteros-Ardilla, A. D. (2019). Reuso e scrounging: Influências do nicho de desenvolvimento na emergência do uso de ferramentas de percussão em macacos-prego (*Sapajus libidinosus*). (Tese de doutorado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Ballesteros-Ardilla, A. D., & Resende, B. D. (2015). Mente e cognição: um convite ao ceticismo e admiração. In B. Resende, M. C. Lima-Hernandes, F. V. Paula, M. Módolo, & Caetano, S. C. (Orgs.), *Linguagem e cognição: um diálogo interdisciplinar* (pp. 53-76). Lecce: Pensa Multimidia.
- Barkow, J. H., Cosmides, L., & Tooby, J. (1995). Evolutionary psychology and conceptual integration. In J. Barkow, L. Cosmides & J. Tooby (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* (pp. 3-18). EUA: Oxford University Press.
- Barrett, L. (2011). *Beyond the brain: How body and environment shape animal and human minds*. Princeton: Princeton University Press.
- Barrett, L. (2016). Why brains are not computers, why behaviorism is not satanism, and why dolphins are not aquatic apes. *The Behavior Analyst*, 39(1), 9-23.

- Barrett, L., Henzi, S. P., & Lusseau, D. (2012). Taking sociality seriously: the structure of multi-dimensional social networks as a source of information for individuals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1599), 2108-2118.
- Barrett, L., & Rendall, D. (2010). Out of our minds: The neuroethology of primate strategic behavior. In M. Platt, & A. Ghazanfar (Eds.), *Primate neuroethology* (pp. 570-587). Oxford: Oxford Scholarship.
- Bateson, P., & Laland, K. N. (2013). Tinbergen's four questions: an appreciation and an update. *Trends in ecology & evolution*, 28(12), 712-718.
- Bateson, P., Bateson, P. P. G., & Martin, P. (2013). *Play, playfulness, creativity and innovation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Becker, B. (2017). *Infância, tecnologia e ludicidade: a visão das crianças sobre as apropriações criativas das tecnologias e o estabelecimento de uma nova cultura lúdica*. (Tese de doutorado). Instituto de Psicologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.
- Bekoff, M. (2014). The significance of ethological studies: Playing and peeing. In A. Horowitz (Ed.), *Domestic dog cognition and behavior* (pp. 59-75). Berlin: Springer.
- Bekoff, M., & Byers, J. A. (Eds.). (1998). *Animal play: Evolutionary, comparative and ecological perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bergen, D. (2019). Infant sensorimotor play: development of sociocultural competence and enactive cognition. In P. Smith, & J. Roopnarine, (Eds.), *The Cambridge Handbook of Play: Developmental and Disciplinary Perspectives* (pp. 125-141). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bertolotti, T., & Magnani, L. (2017). Theoretical considerations on cognitive niche construction. *Synthese*, 194(12), 4757-4779.
- Bicca-Marques, J. C., & Garber, P. A. (2005). Use of social and ecological information in tamarin foraging decisions. *International Journal of Primatology*, 26(6), 1321-1344.
- Bjorklund, D. F., & Pellegrini, A. D. (2002). The benefits of youth. In D. Bjorklund & A. Pellegrini, *The origins of human nature: Evolutionary developmental psychology* (pp. 87-112). Washington, DC: American Psychological Association.
- Borgo, S., Spagnoletti, N., Vieu, L., & Visalberghi, E. (2013). Artifact and Artifact Categorization: Comparing Humans and Capuchin Monkeys. *Review of Philosophy and Psychology*, 4(3), 375-389.

- Brand, R.; Baldwin, D. & Aschburn, L. (2002). Evidence for 'motionese': modifications in mothers' infant-directed action. *Developmental Science*, 5(1), 72-83.
- Burghardt, G. M. (1998). The evolutionary origins of play revisited: Lessons from turtles. In M. Bekoff, M., & J. A. Byers, J. A. (Eds.), *Animal play: Evolutionary, comparative, and ecological perspectives* (Cap. 1, pp. 1-26). Cambridge: Cambridge University Press.
- Burghardt, G. M. (2010). The comparative reach of play and brain: perspective, evidence, and implications. *American Journal of Play*, 2(3), 338-356.
- Burhardt, G. & Pellis, S. (2019). New directions in studying the evolution of play. In P. Smith, & J. Roopnarine, *The Cambridge handbook of play: Developmental and disciplinary perspectives* (pp. 11-29). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bussab, V. S. R., & Ribeiro, F. L. (1998). Biologicamente cultural. *Psicologia: reflexões (im) pertinentes*, 175-193.
- Butler, J. (2011). *Bodies that matter: On the discursive limits of sex*. New York: Routledge.
- Butterworth, G. (1993). Dynamic approaches to infant perception and action: old and new theories about the origins of knowledge. In L. Smith, & E. Thelen (Eds.), *A Dynamic systems approach to development: applications* (pp. 171-187). Cambridge: MIT Press.
- Carvalho, A. M. A., & Pedrosa, M. I. (2004). Territoriality and social construction of space in children's play. *Revista de Etologia*, 6(1), 63-69.
- Carvalho, A. M. & Pedrosa, M. I. (2009). Aprendendo sobre eventos físicos com parceiros de idade. *Psicologia USP*, 20(3), 355-373.
- Clark, A. (1997). *Being There: Putting brain, body, and world together again. A Bradford book*. Cambridge: The MIT Press.
- Clark, A. (1998). Where Brain, Body and World Collide. *Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, 172(2).
- Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58(1), 7-19.
- Clark, A. (2003). Artificial Intelligence and the Many Faces of Reason. In S. P. Stich, & T. A. Warfield, T. A. *The Blackwell Guide To Philosophy Of Mind* (pp. 309-321). USA: Blackwell Publishing.
- Clark, A. (2006). Language, embodiment, and the cognitive niche. *Trends in cognitive sciences*, 10(8), 370-374.

- Chomsky, 1980. A review of BF Skinner's verbal behavior. *Readings in Philosophy of Psychology*, 1, 48-63.
- Coelho, C. G., Falótico, T., Izar, P., Mannu, M., Resende, B. D. D., Siqueira, J. O., & Ottoni, E. B. (2015). Social learning strategies for nut-cracking by tufted capuchin monkeys (*Sapajus spp.*). *Animal cognition*, 18(4), 911-919.
- Corp, N., & Byrne, R. W. (2002). The ontogeny of manual skill in wild chimpanzees: evidence from feeding on the fruit of *Saba florida*. *Behaviour*, 139(1), 137-168.
- Darwin, C. (2004). *A origem das espécies*. São Paulo: Martin Claret. (Obra original publicada em 1859).
- DeVore, I., & Tooby, J. (1987). The reconstruction of hominid behavioral evolution through strategic modeling. In W. G. Kinzeu (Ed.), *The Evolution of Human Behavior: Primate Models* (pp. 183-237). New York: SUNY Press.
- de Waal, Frans B. M. (2007). How Selfish an Animal? The Case of Primate Cooperation. In P. J. Zak (Ed.), *Moral markets: the critical role of values in the economy* (pp. 63-76). Princeton: Princeton University Press.
- Eshchar, Y. (2015). Development of tool-use behavior in a social context. Nut-cracking in wild bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*). (Tese de doutorado). University of Georgia, Athens, USA.
- Eshchar, Y., Izar, P., Visalberghi, E., Resende, B., & Fragaszy, D. (2016). When and where to practice: social influences on the development of nut-cracking in bearded capuchins (*Sapajus libidinosus*). *Animal cognition*, 19(3), 605-618.
- Falótico, T., & Ottoni, E. B. (2014). Sexual bias in probe tool manufacture and use by wild bearded capuchin monkeys. *Behavioural processes*, 108, 117-122.
- Fagen, R. (1981). *Animal play behavior*. New York: Oxford University Press.
- Fausto-Sterling, A. (2000). *Sexing the Body*. New York: Basic Books.
- Fausto-Sterling, A. (2001). Dualismos em duelo. *Cadernos Pagu*, 17(18), 9-79.
- Feldman, M. W., Odling-Smee, J., & Laland, K. N. (2017). Why Gupta et al.'s critique of niche construction theory is off target. *Journal of Genetics*, 96(3), 505-508.
- Ferreira, R. Almeida, R. & Jerusalinsky, L. (2010). Three Stones for Three Seeds: Natural Occurrence of Selective Tool Use by Capuchins (*Cebus libidinosus*) Based on an Analysis of the Weight of Stones Found at Nutting Sites. *American Journal of Primatology*, 72, 270-275.

- Flynn, E. G., Laland, K. N., Kendal, R. L., & Kendal, J. R. (2013). Target article with commentaries: Developmental niche construction. *Developmental Science*, *16*(2), 296-313.
- Foucart, L., Bril, B., Hirata, S., Mokimura, S., Houkl, C., Ueno, Y & Matsuzawa, T. (2006). A Preliminary analysis of nut-cracking movements in a captive chimpanzee: adaptation to the properties of tools and nuts. In V. Roux e B. Bril (Orgs.), *Stone Knapping: The Necessary Conditions for a Uniquely Hominid Behaviour* (pp 147–158). Cambridge: McDonald Institute Monographs Series.
- Fragaszy, D. M. (2011). Community Resources for Learning: How Capuchin Monkeys Construct Technical Traditions. *Biological Theory*, *6*, 231-240.
- Fragaszy, D. M., Biro, D., Eshchar, Y., Humle, T., Izar, P., Resende, B., & Visalberghi, E. (2013). The fourth dimension of tool use: temporally enduring artefacts aid primates learning to use tools. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *368*(1630), 20120410.
- Fragaszy, D. & Boinski, S. (1995). Patterns of individual diet choice and efficiency of foraging in wedge-capped capuchin monkeys (*Cebus olivaceus*). *Journal of Comparative Psychology*, *109*, 339-348.
- Cummins-Sebree, S. E., & Fragaszy, D. M. (2005). Choosing and using tools: capuchins (*Cebus apella*) use a different metric than tamarins (*Saguinus oedipus*). *Journal of Comparative Psychology*, *119*(2), 210.
- Fragaszy, D. M., Eshchar, Y., Visalberghi, E., Resende, B., Laity, K., & Izar, P. (2017). Synchronized practice helps bearded capuchin monkeys learn to extend attention while learning a tradition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(30), 7798-7805.
- Fragaszy D. M., Greenberg R., Visalberghi E., Ottoni E. B., Izar P., & Liu Q. (2010). How wild bearded capuchin monkeys select stones and nuts to minimize the number of strikes per nut cracked. *Anim Behav* *80*, 205–214.
- Fragaszy, D. M., Izar, P., Visalberghi, E., Ottoni, E. B. & de Oliveira, M. G. (2004). Wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) use anvils and stone pounding tools. *American Journal of Primatology*, *64*, 359-366.
- Fragaszy, D. M., Liu, Q., Wright, B. W., Allen, A., Brown, C. W., & Visalberghi, E. (2013). Wild bearded capuchin monkeys (*Sapajus libidinosus*) strategically place nuts in a stable position during nut-cracking. *PloS One*, *8*(2), e56182.

- Fragaszy, D. M., & Perry, S. (2003). Towards a biology of traditions. In D. M. Fragaszy, & S. Perry (Eds.), *The biology of traditions: models and evidence* (pp. 1-32). Cambridge: Cambridge University Press.
- Fragaszy, D. M., Visalberghi, E., & Fedigan, L. M. (2004). *The complete capuchin: the biology of the genus Cebus*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fragaszy D. M., & Visalberghi, E. (2001). Recognizing a swan: socially biased learning. *Psychologia*, 44, 82-98.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* (25a ed.) São Paulo: Paz e Terra.
- Futuyma, D. J. (2017). Evolutionary biology today and the call for an extended synthesis. *Interface focus*, 7(5), 20160145.
- Garavito, M. C., & Yáñez, J. (2011). Las críticas al concepto de representación y las nuevas posibilidades de la investigación cognitiva desde las perspectivas de cognición situada y corporeizada. *Cognición corporizada y embodiment*. Bogotá, Corporación Universitaria Minuto de Dios Uniminuto, 96-109.
- Gardner, H. (1995). *A nova ciência da mente, uma história da revolução cognitiva* (vol. 09). São Paulo: Edusp.
- Gibson, J. J. (1969). *The ecological approach to visual perception: classic edition*. New York: Psychology Press.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Psychology Press.
- Gibson, E. J., & Pick, A. D. (2000). *An ecological approach to perceptual learning and development*. USA: Oxford University Press.
- Gottlieb, G. (2001). A developmental psychobiological systems view: Early formulation and current status. In S. Oyama, P. E. Griffiths, & R. D. Gray (Eds.), *Cycles of contingency: developmental systems and evolution* (pp. 41-54). Cambridge: The MIT Press.
- Goo Goodwin, C. (2017). *Co-Operative Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Goodwin, M. (2018). *Embodied Family Choreography*. London: Routledge.
- Goss, Y., Resende, B., & Carvalho, A. M.A. (2019). Play in South American Indigenous Children. In P. Smith, & J. L. Roopnarine (Eds.). *The Cambridge Handbook of Play: Developmental and Disciplinary Perspectives* (pp. 322-342). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gould, S. J. (1988). Kropotkin was no crackpot. *Natural History*, 7(97), 12-21.

- Gomes, D. F. (2006). Ecologia cognitiva e forrageio social em macacos-prego, *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809). (Tese de doutorado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- Granott, N.; Fischer, K., & Parziale, J. (2002). Bridging to the unknown: a transition mechanism in learning and developing. In N. Granott e J. Parziale (Eds.), *Microdevelopment: transition processes in developing and learning* (pp. 131-156) Cambridge: Cambridge University Press.
- Gray, P. (2011). The decline of play and the rise of psychopathology in children and adolescents. *American Journal of Play*, 3(4), 443-463.
- Gray, P. (2013). The play deficit. *Aeon Magazine*.
- Gray, P. (2015). *Free to Learn*. New York: Basic Books.
- Gray, P. (2019). Evolutionary functions of play: Practice, resilience, innovation, and cooperation. In P. Smith, & J. Roopnarine, *The Cambridge Handbook of Play: Developmental and Disciplinary Perspectives* (pp. 84-102). Cambridge: Cambridge University Press.
- Griffiths, P. E., & Gray, R. D. (2005). Discussion: Three ways to misunderstand developmental systems theory. *Biology and Philosophy*, 20(2-3), 417-425.
- Gunst, N., Boinski, S., & Fragaszy, D. M. (2008). Acquisition of foraging competence in wild brown capuchins (*Cebus apella*), with special reference to conspecifics' foraging artefacts as an indirect social influence. *Behaviour*, 195-229.
- Günther, M. M., & Boesch, C. (1993). Energetic cost of nut-cracking behaviour in wild chimpanzees. In H. Preuschoft, & D. J. Chivers (Eds.), *Hands of Primates* (pp. 109-129). Vienna: Springer.
- Gupta, M., Prasad, N. G., Dey, S., Joshi, A., & Vidya, T. N. C. (2017). Niche construction in evolutionary theory: the construction of an academic niche? *Journal of genetics*, 96(3), 491-504.
- Hemelrijk, C. K. (1990). A matrix partial correlation test used in investigations of reciprocity and other social interaction patterns at group level. *Journal of theoretical Biology*, 143(3), 405-420.
- Heyes, C. M. (1994). Social learning in animals: categories and mechanisms. *Biological Reviews*, 69(2), 207-231.
- Hoppitt, W., & Laland, K. N. (2008). Social processes influencing learning in animals: a review of the evidence. *Advances in the Study of Behavior*, 38, 105-165.

- Hoppitt, W., & Laland, K. N. (2013). *Social learning: an introduction to mechanisms, methods, and models*. Princeton: Princeton University Press.
- Hinde, R. A. (1997). *Relationships: A dialectical perspective*. New York: Psychology Press.
- Hrdy, S. B. (2011). *Mothers and others*. USA: Harvard University Press.
- Huffman, M. A. (1984). Stone-play of *Macaca fuscata* in Arashiyama B troop: transmission of a non-adaptive behavior. *Journal of Human Evolution*, 13(8), 725-735.
- Huffman, M. A., & Quiatt, D. (1986). Stone handling by Japanese macaques (*Macaca fuscata*): implications for tool use of stone. *Primates*, 27(4), 413-423.
- Huffman, M. A. (1996). Acquisition of innovative cultural behaviors in nonhuman primates: a case study of stone handling, a socially transmitted behavior in Japanese macaques. In C. M. Heyes, B. G. Galef (Eds.), *Social learning in animals: the roots of culture* (pp. 267-289). San Diego: Academic Press.
- Hutchins, E. (2010). Cognitive ecology. *Topics in cognitive science*, 2(4), 705-715.
- Hutchins, E., & Kirsh, D. (2000). Distributed cognition: toward a new foundation for human-computer interaction research. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 7(2), 174-196.
- Imanishi, K. (2013). *A Japanese View of Nature: The World of Living Things by Kinji Imanishi*. New York: RoutledgeCurzon.
- Ingold, T. (2001). From complementarity to obviation: on dissolving the boundaries between social and biological anthropology, archaeology, and psychology. In S. Oyama, P. E. Griffiths, & R. D. Gray (Eds.), *Cycles of contingency: developmental systems and evolution* (pp. 255-279). Cambridge: The MIT Press.
- Ingold, T. (2002). From trust to domination: An alternative history of human-animal relations. In T. Ingold, *The perception of the environment: essays on livelihood, dwelling and skill* (pp. 61-76). Londres: Psychology Press.
- Inoue-Nakamura, N., & Matsuzawa, T. (1997). Development of stone tool use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of comparative psychology*, 111(2), 159.
- Izar, P. (2016). *Análise socioecológica da diversidade social de macacos-prego* (Tese de livre docência). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

- Izar, P., Resende, B., & Ferreira, R. G. (2018). Proximate causes of tool use in feeding in the genus *Sapajus*. *La Primatología en Latinoamérica 2: a primatologia na America Latina 2*, 239-249.
- Jablonka, E., & Lamb, M. J. (2010). *Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Jablonka, E., & Lamb, M. J. (2001). *Evolution in four dimensions, revised edition: Genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life*. Cambridge: MIT Press.
- Janson, C. H. (1990). Social correlates of individual spatial choice in foraging groups of brown capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Animal Behaviour* 40(5), 910-921.
- Kahrs, B. A., & Lockman, J. J. (2014). Building tool use from object manipulation: A perception–action perspective. *Ecological Psychology*, 26(1-2), 88-97.
- Laland, K. N., Odling-Smee, J., & Feldman, M. W. (2000). Niche construction, biological evolution, and cultural change. *Behavioral and brain sciences*, 23(1), 131-146.
- Laland, K. N., Odling-Smee, F. J., & Feldman, M. W. (2001). Niche construction, ecological inheritance, and cycles of contingency in evolution. *Cycles of contingency: Developmental systems and evolution*, 117-126.
- Laland, K., Odling-Smee, J., & Endler, J. (2017). Niche construction, sources of selection and trait coevolution. *Interface focus*, 7(5), 20160147.
- Laland, K. N., Uller, T., Feldman, M. W., Sterelny, K., Müller, G. B., Moczek, A., Jablonka, E., & Odling-Smee, J. (2015). The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1813), 20151019.
- La Taille, Y., Oliveira, M. K., & Dantas, H. (2019). *Piaget, Vigotski, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. São Paulo: Summus Editorial.
- Leca, J. B., Gunst, N., & Huffman, M. A. (2010). Indirect social influence in the maintenance of the stone-handling tradition in Japanese macaques, *Macaca fuscata*. *Animal Behaviour*, 79(1), 117-126.
- Lehrman, D. S. (1953). A critique of Konrad Lorenz's theory of instinctive behavior. *The Quarterly review of biology*, 28(4), 337-363.
- Lewontin, R. (1983/2001). Gene, organism and environment. In S. Oyama, P. E. Griffiths, & R. D. Gray (Eds.), *Cycles of contingency: developmental systems and evolution* (pp. 55-66). Cambridge: The MIT Press.

- Lewontin, R. C., & Levins, R. (2007). *Biology under the influence: Dialectical essays on ecology, agriculture, and health*. USA: Monthly Review Press.
- Lewontin, R., Rose, S., & Kamin, L. (1984). Bourgeois ideology and the origins of biological determinism. In R. Lewontin, S. Rose, & L. Kamin, *Not in our genes: Biology, ideology, and human nature* (pp. 37-62). New York: Pantheon Books.
- Liu, Q., Simpson, K., Izar, P., Ottoni, E., Visalberghi, E., & Fragaszy, D. (2009). Kinematics and energetics of nut-cracking in wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) in Piauí, Brazil. *American Journal of Physical Anthropology*, 138(2), 210-220.
- Liu, Q., Fragaszy, D., Wright, B., Wright, K., Izar, P. & Visalberghi, E. (2011) Wild bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) place nuts in anvils selectively. *Anim Behav* 81, 297–305.
- Lockman, J. J. (2000). A perception–action perspective on tool use development. *Child Development*, 71(1), 137-144.
- Lockman, J. J., & Thelen, E. (1993). Developmental biodynamics: Brain, body, behavior connections. *Child Development*, 64(4), 953-959.
- Lordelo, E. & Bichara, I. D. (2009). Revisitando as fun es da imaturidade: uma reflexão sobre a relevância do conceito na Educa o Infantil. *Psicologia USP*, 20(3), 337-354.
- Lordelo, E. D. R., & Carvalho, A. M. A. (2003). Educa o infantil e psicologia: para que brincar? *Psicologia: ciência e profissão*, 23(2), 14-21.
- Lucena, J. M. F., & Pedrosa, M. I. (2014). Estabilidade e transforma o na constru o de rotinas compartilhadas no grupo de brinqueado. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 27(3), 556-563.
- Mangalam, M., & Fragaszy, D. M. (2016). Transforming the body-only system into the body-plus-tool system. *Animal Behaviour*, 117, 115-122.
- Mangalan, M., Pacheco, M.M., Izar, P., Visalberghi, E., & Fragaszy, D. M. (2018). Unique perceptuomotor control of stone hammers in wild monkeys. *Biology Letters*, 14, 20170587.
- Mannu, M. (2002). *Uso espontâneo de ferramentas por macacos-prego (Cebus apella) em condi es de semi-liberdade: descri o e demografia* (Tese de doutorado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Mannu, M., & Ottoni, E. B. (2009). The enhanced tool-kit of two groups of wild bearded capuchin monkeys in the Caatinga: tool making, associative use, and secondary tools. *American Journal of Primatology*, 71(3), 242-251.

- Miranda, M. A. L. (2015). Estratégias de forrageio e uso de informação por macacos-prego (*Sapajus sp.*) semi-livres (Dissertação de mestrado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Mitchell, R. W., & Thompson, N. S. (1990). The effects of familiarity on dog-human play. *Anthrozoös*, 4(1), 24-43.
- Michel, G. & Moore, C. (1995). *Developmental psychobiology: An interdisciplinary science*. Cambridge: The MIT Press.
- Moll, H., & Tomasello, M. (2007). Cooperation and human cognition: the Vygotskian intelligence hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1480), 639-648.
- Morais M. L. S., & Otta E. (2003). Entre a serra e o mar. In: A. M. A Carvalho, C. M. C. Magalhães, F. A. R. Pontes, & I. D. Bichara (Eds.), *Brincadeira e cultura: viajando pelo Brasil que brinca* (pp.127-157). São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Müller, G. B. (2017). Why an extended evolutionary synthesis is necessary. *Interface Focus*, 7(5), 20170015.
- Nagy-Reis, M. B. (2009). Estudo do desenvolvimento motor e postural de macacos-prego (*Cebus spp*) semilivres durante a quebra de cocos no Parque Ecológico do Tietê, São Paulo - S.P. (Trabalho de conclusão de curso). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, Brasil.
- Otta, E. (2017). Brincar na perspectiva psicoetológica: implicações para pesquisa e prática. *Psicologia USP*, 28(3), 358-367.
- Otoni, E. B., & Izar, P. (2008). Capuchin monkey tool use: overview and implications. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews*, 17(4), 171-178.
- Otoni, E. B., & Mannu, M. (2001). Semifree-ranging tufted capuchins (*Cebus apella*) spontaneously use tools to crack open nuts. *International Journal of Primatology*, 22(3), 347-358.
- Otoni, E. B., de Resende, B. D., & Izar, P. (2005). Watching the best nutcrackers: what capuchin monkeys (*Cebus apella*) know about others' tool-using skills. *Animal Cognition*, 8(4), 215-219.
- Oyama, S., Griffiths, P. E., & Gray, R. D. (Eds.). (2001). *Cycles of contingency: Developmental systems and evolution*. Cambridge: The MIT Press.
- Pagnotta, M., & Dogo Resende, B. (2013). A controvérsia em torno da atribuição de cultura a animais não humanos: uma revisão crítica. *Estudos de Psicologia*, 18(4).

- Panksepp, J. (2005). Affective consciousness: Core emotional feelings in animals and humans. *Consciousness and cognition*, 14(1), 30-80.
- Panksepp, J. (2008). Play, ADHD, and the construction of the social brain: should the first class each day be recess? *American Journal of Play*, 1(1), 55-79.
- Pearce, J. M. (2008). *Animal Learning and cognition: an introduction*. New York: Psychology Press.
- Pedrosa, M. I. Império-Hamburguer, A. & Carvalho, A. M. (1996). Interação, regulação e correlação no contexto do desenvolvimento humano: discussão conceitual e exemplos empíricos. *Publicações IFUSP*, 1-34.
- Pedrosa, M. I., & Carvalho, A. M. A. (2006). Construction of communication during young children's play. *Revista de Etologia*, 8(1), 1-11.
- Pellegrini, A. (2019). Object use in childhood: development and possible functions. In P. Smith, & J. Roopnarine, *The Cambridge Handbook of Play: Developmental and Disciplinary Perspectives* (pp. 165-182). Cambridge: Cambridge University Press.
- Pellis, S. M. (2002). Keeping in touch: play fighting and social knowledge. In M. Bekoff, C. Allen, & G. M. Burghardt (Eds.), *The cognitive animal: Empirical and theoretical perspectives on animal cognition* (pp. 421-427). Cambridge: MIT Press.
- Pigliucci, M. (2007). Do we need an extended evolutionary synthesis? *Evolution: International Journal of Organic Evolution*, 61(12), 2743-2749.
- Rahman, M. (2012, September). Direct perception-action coupling: A neo-gibsonian model for critical human-machine interactions under stress. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 56, No. 1, pp. 1401-1405). Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Reader, S. M., & Laland, K. N. (2001). Primate innovation: sex, age and social rank differences. *International Journal of Primatology*, 22(5), 787-805.
- Resende, B. D. D. (2004). Ontogenia de comportamentos manipulativos em um grupo de macacos-prego (*Cebus apella*) em situação de semiliberdade (Tese de doutorado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Resende, B. D. (2010). Influência social na solução de problemas: uma revisão a partir da psicologia comparada. *Temas em Psicologia*, 18(2), 481-490.
- Resende, B. (2019). Infants' Characteristics and Skills: Dissolving the Nature/Nurture Dichotomy. *Trends in Psychology*, 27(1), 99-111.

- Resende, B. (no prelo). Da interação do bicho humano com os outros bichos: discutindo afetos e bem-estar. Em E. Otta & V. Busab (2019). *Estados Afetivos do Comportamento*. São Paulo: EDUSP.
- Resende, B. & Garcia, M. (2016). Influências sociais no comportamento do cão. In C. Savalli, & N. Albuquerque (Orgs.), *Cognição e comportamento de cães: a ciência do nosso melhor amigo* (pp. 105-132). São Paulo: EDICOM.
- Resende, B. D., Greco, V. L., Ottoni, E. B., & Izar, P. (2003). Some observations on the predation of small mammals by tufted capuchin monkeys. *Neotropical Primates*, 11(2), 103.
- Resende, B. D., Hirata, R. P., Nagy, M. B., & Ottoni, E. B. (2011). Resolução de problemas em primatas: aspectos ligados à ontogenia da quebra de cocos. *A Primatologia no Brasil*, 11, 141-162.
- Resende, B. D. & Izar, P. (2011). Cognição animal. In M. E. Yamamoto, & G. L. Volpato (Orgs.), *Comportamento animal* (pp.159-174). Natal: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Resende, B. D., Izar, P., & Ottoni, E. B. (2003). Interaction between social play and nut-cracking behavior in semifree tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Revista de Etologia*, 5(198).
- Resende, B. D., Nagy-Reis, M. B., Lacerda, F. N., Pagnotta, M., & Savalli, C. (2014). Tufted capuchin monkeys (*Sapajus spp*) learning how to crack nuts: Does variability decline throughout development? *Behavioural Processes*, 109, 89-94.
- Resende, B. D., & Ottoni, E. B. (2002). Brincadeira e aprendizagem do uso de ferramentas em macacos-prego (*Cebus apella*). *Estudos de Psicologia*, 7(1), 173-180.
- Resende, B. D., Ottoni, E. B., & Fragaszy, D. M. (2008). Ontogeny of manipulative behavior and nut-cracking in young tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*): a Perception–action perspective. *Developmental Science*, 11(6), 828-840.
- Resende, B., & Paula, F. V. (2015). Filogênese e ontogênese da linguagem. In Resende, B., Lima-Hernandes, M. C., Paula, F. V., Módolo, M., & Caetano, S. C. (2015). *Linguagem e cognição: um diálogo interdisciplinar*. Lecce: Pensa.
- Ridley, M. (2004). *O que nos faz humanos*. Rio de Janeiro: Editora Record.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. New York: Oxford University Press.
- Searle, J. (2006). *A redescoberta da mente*. São Paulo: Martins Fontes.

- Seattle, Chefe. (2019, 29 de abril). Carta do Chefe Seattle (Duwamishi). Recuperado de https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/Carta_do_Chefe_Seattle_1263221069.pdf
- Shettleworth, S. (2010). *Cognition, Evolution, and Behavior*. New York: Oxford University Press.
- Shumaker, R. W., Walkup, K. R., & Beck, B. B. (2011). *Animal tool behavior: The use and manufacture of tools by animals*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Sibatani, A. (1983). The anti-selectionism of Kinji Imanishi and social anti-Darwinism in Japan. *Journal of Social and Biological Structures*, 6(4), 335-343.
- Smith, L., & Thelen, E. (1993). From the dynamics of motor skill to the dynamics of development. In L. Smith, & E. Thelen (Eds.), *A Dynamic systems approach to development: applications* (pp. 1-11). Cambridge: MIT Press.
- Spagnoletti, N., Visalberghi, E., Ottoni, E., Izar, P., & Fragaszy, D. (2011). Stone tool use by adult wild bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*). Frequency, efficiency and tool selectivity. *Journal of Human Evolution*, 61(1), 97-107.
- Spinka, M., Newberry, R. C., & Bekoff, M. (2001). Mammalian play: training for the unexpected. *The Quarterly Review of Biology*, 76(2), 141-168.
- Stotz, K. (2010). Human nature and cognitive–developmental niche construction. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 9(4), 483-501.
- Stotz, K. (2017). Why developmental niche construction is not selective niche construction: and why it matters. *Interface Focus*, 7(5), 20160157.
- Stoltzfus, A. (2017). Why we don't want another "Synthesis". *Biology direct*, 12(1), 23.
- Strum, S. C., Forster, D., & Hutchins, E. (1997). Why Machiavellian intelligence may not be Machiavellian. In A. Whiten & R. Byrne (Eds.), *Machiavellian Intelligence II: Extensions and Evaluations* (pp. 50-85). Cambridge: Cambridge University Press.
- Tan, A. W. (2017). From play to proficiency: The ontogeny of stone-tool use in coastal-foraging long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) from a comparative perception-action perspective. *Journal of Comparative Psychology*, 131(2), 89.
- Tan, A. W., Hemelrijk, C. K., Malaivijitnond, S., & Gumert, M. D. (2018). Young macaques (*Macaca fascicularis*) preferentially bias attention towards closer, older, and better tool users. *Animal cognition*, 21(4), 551-563.
- Terkel, J. (1996). Cultural transmission of feeding behavior in the black rat (*Rattus rattus*). *Social learning in animals: The roots of culture*, 17-47.

- Thelen, E. (1995). Motor development: A new synthesis. *American psychologist*, 50(2), 79.
- Thelen, E. & Corbetta, D. (2002). Microdevelopment and dynamic systems: applications to infant motor development. In N. Granott, & J. Parziale (Eds.). *Microdevelopment: transition processes in developing and learning* (pp. 59-79). Cambridge: University Press.
- Thelen, E. & Smith, L. (1994). *A dynamical systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge: MIT Bradford Press.
- Thelen, E., & Ulrich, B. D. (1991). Hidden skills: A dynamic systems analysis of treadmill stepping during the first year. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 56(1), 104, p. 24
- Tinbergen, N. (1963). On aims and methods of ethology. *Zeitschrift für tierpsychologie*, 20(4), 410-433.
- Tomasello, M., & Gonzalez-Cabrera, I. (2017). The role of ontogeny in the evolution of human cooperation. *Human Nature*, 28(3), 274-288.
- Vandeboncoer, J., & Göncü, A. (2019). Playing and imagining across the life course. In P. Smith, & J. Roopnarine, *The Cambridge Handbook of Play: Developmental and Disciplinary Perspectives* (pp. 258-278). Cambridge: Cambridge University Press.
- van Geert, P. & Steenbeek, H. (2006). The dynamics of scaffolding. *New Ideas in Psychology*, 23 (3), 115–128.
- Vickery, W. L., Giraldeau, L. A., Templeton, J. J., Kramer, D. L., & Chapman, C. A. (1991). Producers, scroungers, and group foraging. *The American Naturalist*, 137(6), 847-863.
- Vigotski, L. (1998/1916). *A formação social da Mente*, 6ª edição. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes.
- Visalberghi, E; Addressi, E; Truppa, V; Spagnoletti, N; Ottoni, E; Izar, P. & Fragaszy, D. (2009). Selection of Effective Stone Tools by Wild Bearded Capuchin Monkeys. *Current Biology*, 19, 213-217.
- Visalberghi, E., Fragaszy, D., Ottoni, E. B., & Gomes, M. (2004). Wild capuchin monkeys use anvils and stone pounding tools. *Folia Primatol*, 75, 348.
- Visalberghi, E., Fragaszy, D., Ottoni, E., Izar, P., de Oliveira, M. G., & Andrade, F. R. D. (2007). Characteristics of hammer stones and anvils used by wild bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) to crack open palm nuts. *American Journal*

of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists, 132(3), 426-444.

Visalberghi, E., & Limongelli, L. (1994). Lack of comprehension of cause-effect relations in tool-using capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Comparative Psychology*, 108, 15-22.

Visalberghi, E., & McGrew, W. C. (1997). *Cebus* meets *Pan*. *International Journal of Primatology*, 18(5), 677-681.

Visalberghi, E., Sabbatini, G., Spagnoletti, N., Andrade, F. D., Ottoni, E., Izar, P., & Fragaszy, D. (2008). Physical properties of palm fruits processed with tools by wild bearded capuchins (*Cebus libidinosus*). *American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists*, 70(9), 884-891.

von Uexküll, J. (2001). An Introduction to Umwelt. *Semiotica*, 134, 107-110.

von Uexküll, T. (2004). A teoria da umwelt de Jakob von Uexküll, *Galáxia*, 7, 19-48.

Vygotsky, L. S. (2016/1966). Play and its role in the mental development of the child. *International Research in Early Childhood Education*, 7(2), 3-25.