
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANA PAULA OLIVEIRA SALVADOR

**COMPORTAMENTOS DE APRENDIZADO EM
GRANDES SÍMIOS (MAMMALLIA, PRIMATES):
REVISANDO A LITERATURA.**



Rio Claro
2014

ANA PAULA OLIVEIRA SALVADOR

COMPORTAMENTOS DE APRENDIZADO EM GRANDES SÍMIOS
(MAMMALLIA, PRIMATES): REVISANDO A LITERATURA.

Orientadora: Dra. Sulene Noriko Shima

Co-orientador: Dr. Guilherme Gomes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharela em Ciências Biológicas.

Rio Claro
2014

591.5 Salvador, Ana Paula
S182c Comportamentos de aprendizado em grandes símios
(Mammalia, Primates) : revisando a literatura / Ana Paula
Salvador. - Rio Claro, 2014
52 f. : il., figs., tabs., quadros, fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Rio Claro
Orientador: Sulene Noriko Shima
Coorientador: Guilherme Gomes

1. Ecologia animal. 2. Primatas. 3. Ferramenta. 4.
Neuroengenharia. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por me ensinarem tanto, seja a tabuada, apreciar uma boa música, seja lidar com as coisas da vida. Quanto orgulho eu tenho deles. Sempre ao meu lado, estiveram presentes em todos os momentos, ainda que apenas com seus pensamentos positivos e sua torcida. Participaram das vitórias e derrotas que tive e estavam lá para comemorar e consolar. Estão. É imensurável o amor e gratidão que sinto pelos meus queridos pais. É tão bom tê-los presentes na minha vida e saber que posso contar sempre com eles, para o que eu precisar. Compreensivos, carinhosos e extremamente cuidadosos. Meus pais são a base para tudo o que eu me tornei e hei de tornar. A eles eu agradeço ontem, hoje e sempre que puder.

À minha querida avó (*in memoriam*), a única que tive a oportunidade e privilégio de conhecer. Sempre torcedora, me encorajava e sonhava com o dia em que me veria “encaminhada”. De certa forma me viu e sempre demonstrou seu orgulho. Agradeço pelo amor dedicado a mim e à minha família. Você foi muito importante e estará presente em nossos corações. Sempre.

A toda a minha família. Aquela parte grande, que envolve inúmeros tios, tias e um mundo de primos. Uma família linda e unida, da qual eu adoro fazer parte. Com certeza cada um de vocês exerce um papel fundamental.

Aos amigos. Essa parte é difícil de começar. Como diz Isabel Machado: "Abençoados os que possuem amigos, os que os têm sem pedir. Porque amigo não se pede, não se compra, nem se vende. Amigo a gente sente." Considero-me abençoada por cada amigo que eu sinto. Minhas amizades começaram na escola, aos 5 anos de idade. Lá conheci a Renata e a Nathália. Duas amigas ainda presentes mesmo quando fisicamente ausentes. Aquelas pessoas que serão sempre “aquelas pessoas” mesmo depois de tanto tempo distantes. Cada uma com seu jeito particular e tão diferente de ser tem um espaço guardado e eternizado em mim. Obrigada pela entrega durante todos esses anos. Que seja eterno.

Não dá para me esquecer do CBN08, a turma “mais legal” da Biologia. Todos tão diferentes e, de certa forma, tão unidos. Deixo meu carinho a todos que caminharam comigo durante os 5 anos de graduação. Em especial, àquelas pessoas mais próximas, que compartilharam todas as alegrias e angústias de aprender a viver por conta própria. Citar nomes seria injusto. Cada pessoa sabe da importância que teve e tem na minha vida. Do carinho e das boas lembranças que carrego comigo.

Faculdade a parte, não tem como me esquecer dos colegas de trabalho da Vara do Trabalho de Rio Claro. Hoje já não mais convivemos diariamente, mas cada dia desses 3 anos e meio que vivi com vocês foram incríveis. Desde a maneira como me receberam e me fizeram sentir acolhida, até os momentos de seriedade e, porque não, os de diversão. Nesse contexto, não posso deixar de citar “As melhores da VT”, em especial a Carol, minha querida companheira e amiga. Foi tão bom encontrar vocês! E você, Carol – difícil pensar em como seria não ter te encontrado. Obrigada por fazer parte da minha vida e me deixar fazer parte da sua.

Saindo desse meio, tem aquela pessoa que chegou despreziosamente de Juiz de Fora – MG e foi morar do meu lado. Marcela, ou melhor, Vi: você sabe que sem seu apoio e amizade, muita coisa teria sido diferente. Hoje em dia é impossível pensar na minha sobrevivência em Rio Claro sem a sua companhia. Aquele clichê verdadeiro - amiga para todas as horas. Quantas risadas e quantas lágrimas. Que isso não se perca! Obrigada pelo suporte e pela amizade.

Agradeço à minha orientadora Sulene, pela oportunidade de realizar este trabalho de conclusão de curso, pela disponibilidade, paciência e suporte.

Por fim, ao Guilherme, meu co-orientador e, porque não, amigo, sem o qual eu estaria perdida. Obrigada Gui, pelas conversas, discussões, por toda ajuda e pela amizade. Você é uma pessoa muito especial a todos que te cercam e eu tive a oportunidade de conviver um pouco mais próxima a isso. Obrigada!

RESUMO

A etologia é um ramo da zoologia que estuda o comportamento animal, que em linhas gerais, trata-se da reação do animal a estímulos tanto internos como externos. Esse comportamento pode ser oriundo de um padrão pré-estabelecido na espécie, sendo inato, classificado como um “padrão fixo de ação” (P.F.A.) ou pode ser um conjunto de respostas adquiridas. Nesse caso, trata-se de um comportamento aprendido ao longo da vida do animal, por conta própria ou transmitido de indivíduo para indivíduo, diante das experiências e interações com o ambiente. Uma das definições consiste na mudança adaptativa do comportamento manifestada após experiências adquiridas. Existem várias formas pelas quais os animais podem aprender, como por exemplo, imitação, “insight”, tentativa de acerto e erro. Diante do exposto, o trabalho focará na aprendizagem do grupo de primatas classificado como os grandes símios: Orangotangos, Gorilas, Chipanzés e Bonobos. O objetivo é fazer um levantamento dos tipos de estudo existentes que buscaram ampliar o conhecimento acerca desse tipo de comportamento dos grandes símios: aprendizagem. Abordadas algumas ferramentas e a forma como são utilizadas. Será feito também um breve relato sobre a possível existência de cultura entre os grandes símios, além de aplicações atuais e práticas dos conhecimentos adquiridos ao longo dos anos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1. Os grandes símios.....	12
1.1.1. Orangotangos.....	16
1.1.2. Gorilas.....	17
1.1.3. Chimpanzés.....	19
1.1.4. Bonobos.....	20
1.2. Parentesco com humanos.....	21
2. OBJETIVOS.....	22
3. METODOLOGIA.....	23
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
4.1. Aprendizagem.....	24
4.1.1. Aprendizagem individual.....	24
4.1.2. Aprendizagem social.....	25
4.2. Cultura.....	27
4.3. Ferramentas.....	28
4.3.1. O que são ferramentas.....	28
4.3.2. Quais as funções de uma ferramenta.....	28
4.3.3. Funções do uso de ferramentas nos grandes símios.....	29
4.3.4. Utilização das ferramentas e aprendizagem em símios.....	29
4.3.5. Alguns exemplos de experimentos.....	32
4.4. Capacidade cognitiva e neurociência.....	36
4.5. Neuroengenharia e aplicações na medicina.....	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

Etologia: definições e histórico.

A Etologia é o estudo científico do comportamento animal, sendo uma sub-área da Zoologia (ALCOCK, 2011). O campo de trabalho da etologia é o comportamento animal em condições naturais, em oposição ao Behaviorismo (comportamentalismo), que se concentra em estudos da resposta comportamental em um ambiente de laboratório, sendo uma sub-área da psicologia.

Muitos naturalistas estudaram aspectos do comportamento animal ao longo da história. A etologia teve sua origem na década de 1930 com o trabalho do biólogo holandês Nikolaas Tinbergen e por biólogos austríacos, Konrad Lorenz e Karl von Frisch, vencedores do Prêmio Nobel em Fisiologia/Medicina de 1973. Essa área de estudo é uma combinação de estudos em laboratório e em pesquisa de campo, é uma ciência interdisciplinar, envolvendo disciplinas como a neuroanatomia, fisiologia, ecologia e evolução.

Outra disciplina que também estuda o comportamento animal é a psicologia comparada, mas, ao contrário de etologia, investiga o comportamento animal no contexto da psicologia humana. Já a etologia investiga o comportamento animal no contexto do que se sabe sobre a anatomia animal, fisiologia, neurobiologia e filogenia. Além disso, os psicólogos comparativos tendiam a pesquisar o comportamento em situações artificiais, enquanto os primeiros etólogos concentraram os estudos no comportamento em situações naturais, descrevendo-os como instintivos. As duas abordagens são complementares e não competitivas, mas elas resultam em perspectivas diferentes.

Como a etologia é considerada uma disciplina da biologia, etólogos têm se preocupado especialmente com a evolução do comportamento e da compreensão do comportamento em termos da teoria da seleção natural. Em certo sentido, o primeiro etólogo moderno foi Charles Darwin, cujo livro “A Expressão das Emoções no Homem e nos Animais” influenciou muitos etólogos.

Outros etólogos como Oskar Heinroth e Julian Huxley, se concentraram em comportamentos que podem ser chamados instintivos ou naturais, na medida em que ocorrem em todos os membros de uma espécie sob determinadas circunstâncias. O foco de seus trabalhos era a obtenção e construção de etograma (a descrição dos principais tipos de comportamento com as suas frequências de ocorrência), o que proporcionou a formação de base de dados de comportamento, que os investigadores subsequentes poderiam verificar e complementar (TINBERGEN, 1953).

O estudo do comportamento animal sofreu grande desenvolvimento com os pesquisadores, Konrad Lorenz e seu orientador, Oskar Heinroth, os quais descreveram e definiram os padrões de fixos de ação PFAs. Lorenz popularizou PFAs como respostas instintivas que ocorreriam de forma confiável na presença de estímulos identificáveis (SPENCE, 1937). Lorenz, posteriormente, desenvolveu uma teoria da evolução da comunicação animal com base em suas observações de padrões fixo de ação e as circunstâncias em que são expressos.

Instinto

Para etólogos, o instinto significa uma série de comportamentos previsíveis para padrões fixo de ação. Quando esses sinais funcionam como comunicação entre os membros da mesma espécie, eles são conhecidos como liberadores.

Aprendizado

Habituação

A aprendizagem ocorre de várias maneiras, sendo a habituação a mais elementar (RILEY et al., 2005). Este processo é uma diminuição no comportamento resultante da apresentação repetida de um estímulo indutor. Com efeito, o animal aprende a deixar de responder aos estímulos irrelevantes. Um exemplo de aprendizagem por habituação é o observado em esquilos: Quando um deles se sente ameaçado, os outros ouvem o sinal e vão para o refúgio mais próximo. No entanto, se o sinal vem de um indivíduo que tem causado muitos alarmes falsos, os outros esquilos começam a ignorar o sinal.

Aprendizagem associativa

Outra forma comum de aprendizagem é através da associação, onde um estímulo é, com base na experiência, ligado a outro que pode não ter nada a ver com o primeiro. Os primeiros estudos de aprendizagem associativa foram feitos pelo fisiologista russo Ivan Pavlov (SIBLEY, 1983). Um exemplo de comportamento associativo é observado quando um peixinho dourado comum vai perto da superfície da água, sempre que um ser humano vai alimentá-lo, ou a emoção de um cão sempre que vê seu dono pegar a guia, como um prelúdio para uma caminhada.

Imprinting

Ser capaz de discriminar os membros da própria espécie também é de fundamental importância para o sucesso reprodutivo. Esta discriminação pode basear-se em inúmeros fatores. No entanto, este importante tipo de aprendizagem só acontece em um período muito limitado de tempo, e é chamado de imprinting (BARRETT et al., 2002). Lorenz observou que os filhotes de aves, como gansos e galinhas, seguiam suas progenitoras espontaneamente a partir do primeiro dia depois que nasciam, e ele descobriu que essa resposta poderia ser imitada por um estímulo arbitrário se os ovos fossem incubados artificialmente e o estímulo for apresentado durante um período crítico e após alguns dias há eclosão.

Aprendizado observacional

Imitação

A imitação é um comportamento avançado pelo qual um animal observa e replica exatamente o comportamento do outro. Os Institutos Nacionais de Saúde informou que os macacos-prego preferia a companhia de pesquisadores que eles imitaram ao de pesquisadores que não fizeram. Os macacos não só passavam mais tempo com seus imitadores, mas também preferiu se envolver em uma tarefa simples com eles, mesmo quando fornecido com a opção de realizar a mesma tarefa com um não-imitador (VERBEEK, 2008).

Aprimoramento de estímulo

Existem vários animais que podem aprender por observação, mas sem o processo de imitação. Uma delas é estimular a manipulação de um objeto na medida em que observa outros indivíduos interagindo com o objeto (SPENCE, 1937). Haggerty (1909) desenvolveu um experimento no qual um macaco subia em uma gaiola, colocando seu braço em uma rampa de madeira, e puxando uma corda na calha a qual liberava alimentos. Outro macaco observando este processo procura obter alimento da mesma forma por tentativas e erros (Haggerty, 1909). Outro exemplo familiar para alguns proprietários de cães e gatos é a capacidade de seus animais para abrir portas. A ação dos seres humanos em utilizar alavanca para abrir as portas e os animais observando este comportamento, podem após esta observação por tentativa e erro, aprender a operar a maçaneta, utilizando a boca ou patas, a abrir a porta.

Transmissão social

Um exemplo bem documentado de transmissão social de um comportamento ocorreu em um grupo de macacos em Hachijojima Island, Japan. Os macacos viveram na floresta do

interior até os anos 1960, quando um grupo de pesquisadores começou a dar-lhes as batatas na praia. Em seguida os macacos começaram a se aventurar na praia, escolher as batatas da areia, fazer a limpeza e comê-las (WILSON, 2000). Após um ano, um indivíduo foi observado trazendo uma batata para o mar, colocando-a na água salgada com uma mão, e limpando-a com a outra. Este comportamento foi logo repetido pelos indivíduos que vivem em contato com ela; quando deu à luz, este comportamento também foi expressado por seus filhotes, desta forma uma transmissão social de aprendizado.

Ensino

O ensino é um aspecto altamente especializado de aprendizagem em que o "professor" (demonstrador) ajusta seu comportamento para aumentar a probabilidade de o "aluno" (observador) alcançar, ao final, o comportamento desejado. As orcas são conhecidas por encalhar intencionalmente para pegar e comer pinípedes (RENDELL & WHITEHEAD, 2001). As orcas mãe ensinam seus jovens a pegar pinípedes, empurrando-os para a praia e incentivando-os a atacar e comer a presa. Como o indivíduo está alterando seu comportamento para ajudar a sua prole a aprender a capturar presas, isto é evidência de ensino (RENDELL & WHITEHEAD, 2001). O ensino não se limita aos mamíferos. Muitos insetos, por exemplo, têm sido observados demonstrando várias formas de ensino para obter comida. As formigas, por exemplo, podem orientar outros indivíduos para fontes de alimentos através de um processo chamado de trilha de forrageamento, em que uma formiga orienta outra até uma fonte de alimento (HOPPITT et al, 2008). Tem sido sugerido que a formiga aluno é capaz de aprender esta via para obter comida no futuro ou ensinar o caminho para outras formigas.

Acasalamento e a luta pela supremacia

A reprodução é a fase mais importante na proliferação de indivíduos ou da manutenção dos genes dentro de uma espécie. Por esse motivo, existem rituais de acasalamento complexos, que podem ser extremamente complexos, mesmo que muitas vezes sejam considerados como padrões fixos de ação PFAs. Muitas vezes, na vida social, os animais lutam pelo direito de reproduzir, ou até mesmo pela manutenção de seus genes dentro da população. Diversos animais sofrem brigas diárias para a manutenção de hierarquias. Este comportamento é visto desde invertebrados, como em Hymenoptera, até em grandes vertebrados, como em Primates.

Vida social

Várias espécies de animais, incluindo seres humanos, tendem a viver em grupos. O tamanho do grupo é um aspecto importante de seu ambiente social. A vida social é, provavelmente, uma estratégia de sobrevivência complexa e eficaz. Pode ser considerada como uma espécie de simbiose entre indivíduos da mesma espécie: a sociedade é composta por um grupo de indivíduos pertencentes à mesma espécie que vivem dentro de regras bem definidas sobre a gestão de alimentos, atribuições de funções e dependência recíproca.

Quando os biólogos interessados na teoria da evolução começaram a examinar o comportamento social, algumas perguntas, aparentemente sem resposta, surgiram, como, por exemplo, o nascimento de castas estéreis, como em abelhas. Isso pode ser explicado através de um mecanismo evolutivo que enfatiza o sucesso reprodutivo de tantos indivíduos quanto possível, ou porque, entre os animais que vivem em grupos pequenos como esquilos, um indivíduo arriscaria sua própria vida para salvar o resto do grupo. Estes comportamentos podem ser exemplos de altruísmo (CUMMINGS *et al*, 2004). Naturalmente, nem todos os comportamentos são altruístas. Por exemplo, o comportamento vingativo, até certo ponto, parece ser exclusivamente da espécie *Homo sapiens*. No entanto, outras espécies podem apresentar comportamento vingativo, incluindo relatos em camelos (WAAL & WAAL, 2001) e chimpanzés (MCCULLOUGH, 2008).

A existência do egoísmo através da seleção natural não representa qualquer questão à teoria da evolução e é, pelo contrário, totalmente prevista por ela, da mesma forma que existe o comportamento cooperativo. No entanto, é mais complexo compreender os mecanismos pelo qual o comportamento altruísta foi inicialmente desenvolvido.

Benefícios e custos da vida em grupo

Uma das vantagens da vida em grupo pode ser a diminuição de predação. Se o número de ataques de predadores permanece o mesmo, apesar de aumentar o tamanho do grupo presa, cada presa pode ter um risco reduzido de ataques por predadores através do efeito de diluição (DAVIES *et al*, 2012). Além disso, um predador pode ser confundido por uma massa de presas e ter dificuldades de focar e destacar um alvo dentro do grupo. Por essa razão, as listras da zebra oferecem não só camuflagem em um habitat de ervas altas, mas também a vantagem de misturar em um rebanho de outras zebras, facilitando a distração durante a busca pela presa. Em grupos, presas também podem reduzir ativamente o seu risco de predação por meio

de táticas de defesa mais eficazes, ou através de uma detecção mais precoce de predadores com o aumento da vigilância (DAVIES et al, 2012).

Outra vantagem da vida em grupo pode ser um aumento da capacidade de procurar alimentos. Os membros do grupo podem trocar informações sobre as fontes de alimento entre si, facilitando o processo de localização de recursos (DAVIES et al, 2012). As abelhas são um exemplo notável disso, usando uma dança para comunicar a localização de flores para o resto de sua colmeia (RILEY et al., 2005). Predadores também recebem benefícios por caçar em grupos, através da utilização de melhores estratégias e capacidade de derrubar presas maiores (DAVIES et al, 2012).

Algumas desvantagens da vida em grupo é que a proximidade com outros indivíduos pode facilitar a transmissão de parasitas e doenças, e os grupos que são muito grandes podem também experimentar uma maior concorrência por recursos e companheiros durante os ciclos reprodutivos.

Etologia nos dias atuais

Desde a década de 70 até os dias atuais, com os trabalhos de John H. Crook, Robert Ardrey, Edward Osborne Wilson, Robert Trivers, William Hamilton, os estudos do comportamento têm sido muito mais voltados aos aspectos sociais. Além disso, o desenvolvimento de estudos relacionados com a ecologia comportamental também tem ajudado a transformar a etologia. Dessa forma, houve uma reaproximação substancial com a psicologia comparada, de modo que o estudo científico do comportamento moderno ofereça um espectro de abordagens mais ou menos perfeito e interdisciplinar envolvendo a cognição animal, etologia, sociobiologia e ecologia comportamental.

Assim, a etologia e estudo dos comportamentos mais complexos e mais próximos aos observados nos seres humanos estão presentes e sendo observados em diversos animais, desde os mais basais na escala evolutiva até os mais derivados e filogeneticamente próximos aos seres humanos, como os grandes símios.

1.1. Os Grandes Símios

Os primatas compõem uma ordem dentro da classe Mammalia. A ordem Primates (Linnaeus, 1758) é formada por espécies com grande sucesso adaptativo e com muita diversidade quando comparadas entre si. Incluem os macacos de forma geral, lêmures, tarsos, entre outros, além dos *Homo sapiens* (REDMOND, 2010).

Um conjunto de características define um indivíduo como primata. Os primatas são caracterizados como um grupo devido a diversos traços anatômicos que os distinguem dos demais grupos de mamíferos: (1) apresentam uma diminuição no nariz, que levou a uma diminuição na capacidade olfativa; (2) um aumento na dependência da visão, especialmente a visão binocular, os primatas apresentam olhos paralelos voltados para frente, o que proporciona uma melhora na noção de profundidade e cores; (3) apresentam mãos e pés não especializados que possuem cinco dedos (pentadáctilos), com polegar opositor nas mãos e hálux nos pés, característica a qual concede uma mobilidade muito maior e facilita o manuseio de pequenos objetos; (4) há a tendência de desaparecimento das garras em primatas e surgimento de unhas que recobrem as pontas dos dedos, nestes também surgem digitais; (5) o aumento do tamanho cerebral também é uma característica marcante no desenvolvimento dos primatas (DUNBAR, 1987; SWINDLER, 1998).

A classificação dos primatas sempre apresentou diversas dificuldades para os pesquisadores, uma vez que diferentes agrupamentos podem ser formados a partir de determinadas características (SWINDLER, 1998).

Os primatas vivos estão classificados em seis grupos naturais:

- 1) Lêmures de Madagascar;
- 2) Lorises e bush-babies, da África e Ásia;
- 3) Tarsos, do sudeste da Ásia;
- 4) Macacos do novo mundo, da América Central e do Sul;
- 5) Macacos do velho mundo, da África e Ásia;
- 6) Símios (apes), da África e Ásia.

Os símios são os primatas filogeneticamente mais próximos do homem, e englobam orangotango (*Pongo pygmaeus*), gorila (*Gorilla gorilla*), chimpanzé (*Pan troglodytes*) e bonobo (*Pan paniscus*). Os chamados macacos do velho mundo difundiram-se pelas regiões da África e Ásia, onde se adaptaram a diferentes nichos ecológicos, como áreas de campo aberto e savanas; já os macacos do novo mundo, limitaram-se às florestas tropicais ou

subtropicais, como é possível observar na figura abaixo, segundo Swindler (Figura 1).

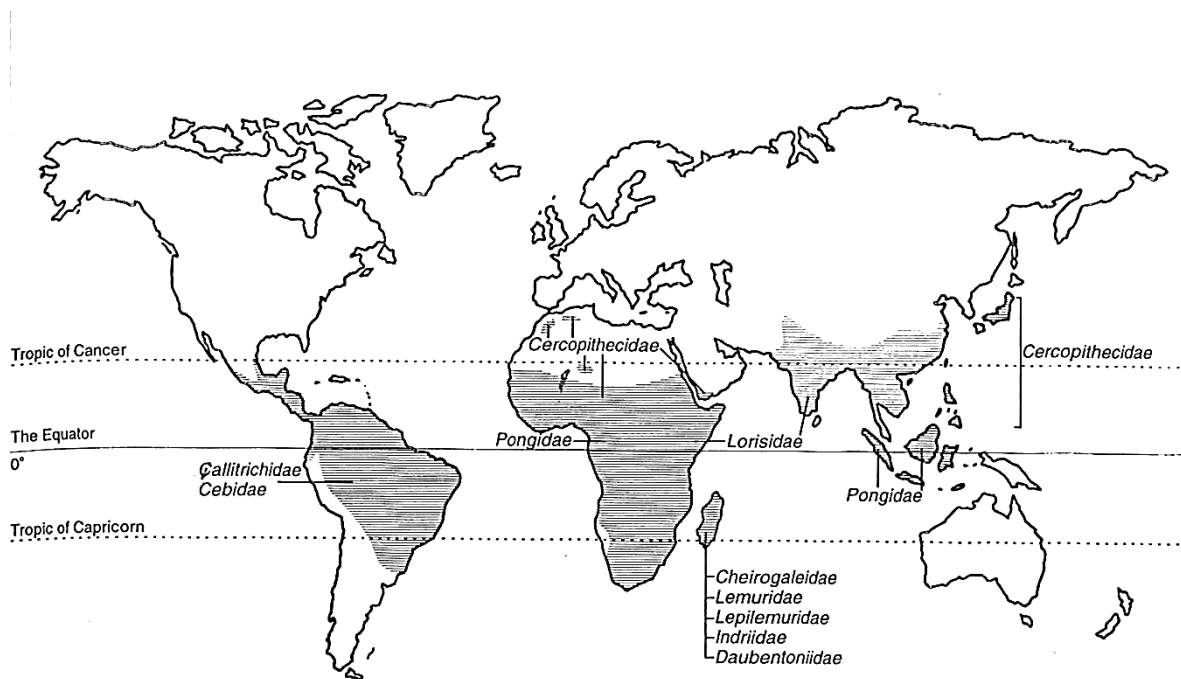


FIGURA 1: Distribuição geográfica de primatas não humanos (SWINDLER, 1998).

Os primatas são tradicionalmente agrupados em duas sub-ordens:

Prossímios – Normalmente referidos como primatas menos derivados, possuem morfologia e comportamento mais primitivo, não muito diferentes dos primatas do Eoceno. Lêmures, lorises e tarsos.

Antropóides – Morfologicamente mais parecidos com o homem, geralmente são considerados mais derivados. Macacos, símios e o homem.

Outra classificação utilizada é baseada na morfologia do nariz. Nessa, os primatas são divididos em:

Strepsirrhine – Nariz composto por um rinário úmido, estrutura formada pelo lábio superior unido à gengiva pelo filtro. O rinário é bastante complexo e tem função olfativa e tátil.

Haplorhine – Não possuem rinário. O lábio superior é livre e móvel e contém um importante músculo envolvido na expressão facial.

Os haplorhine ainda são divididos em:

Platyrrhine, os quais possuem nariz largo, narinas lateralmente direcionadas e bastante separadas. (Macacos do novo mundo).

Catarrhine, os quais possuem narinas mais próximas e orientadas para baixo. (Macacos do velho mundo, símios e humanos).

Como explicitado na literatura, existem diversas formas para classificar os primatas em grupos menores, porém, mais comumente, levando em consideração a taxonomia, eles são divididos basicamente nos dois grupos: Prossímios e Anthropoides. O primeiro engloba espécies lemuriformes e lorisiformes que estão distribuídos na Ilha de Madagascar e em partes da Ásia e África, respectivamente. Já os Anthropoides englobam todas as outras espécies, conhecidos também como símios. Os símios sofrem uma nova divisão, sendo conhecidos popularmente como “macacos do velho mundo” (Catarrhines) e “macacos do novo mundo” (Platyrrines). Essa classificação considera o habitat dos mesmos. Os “macacos do novo mundo” vivem em florestas tropicais da América Central e do Sul, onde há uma vasta diversidade de espécies que não incluem prossímios nem os grandes símios (“macacos do velho mundo”) (REDMOND, 2010). Essa forma de classificação pode ser observada na figura 2.

Os macacos do velho mundo vivem na África e Ásia, em diversos tipos de habitats, desde savanas até pântanos. Ao comparar com os macacos do novo mundo, uma característica notável é a ausência de uma cauda longa com capacidade para se prender em galhos e ajudar na locomoção nos grandes símios. Os macacos do velho mundo são classificados em “macaques” e grandes símios (“great apes”). Os “macaques”, macacos propriamente ditos, habitam uma região no norte do continente africano, e regiões do continente asiático. Exemplos bastante conhecidos são os macacos japoneses (*Macaca fuscata*) e babuínos, entre muitas outras espécies existentes com essa caracterização. Já os grandes símios, não humanos, incluem os orangotangos, gorilas, chimpanzés e bonobos. Além da ausência de uma cauda longa, eles possuem em comum uma inteligência notável a qual atrai muitos estudos acerca da capacidade de aprendizagem e desenvolvimento deles.

Os primatas em geral possuem formas de comunicação muito peculiares incluindo um repertório de grunhidos e vocalizações das mais diversas formas, displays dos genitais, expressões faciais, entre outros. São sistemas complexos de comunicação que traduzem o grande desenvolvimento cognitivo dessa Ordem (STRIER 2007), principalmente após a publicação do artigo de Premack e Woodruff's (1978) a respeito da teoria da mente (“theory of mind”) em chimpanzés. (TOMONAGA et al 2006). Essa teoria infere aos chimpanzés e demais grandes símios, a capacidade de demonstrar intenções, desejos e manipular ações de

demais membros do grupo uma vez que esses também manifestam suas vontades (PEARCE 2008).

O desenvolvimento neuronal desses animais não se restringe apenas a convivência social, mas também à confecção de utensílios e ferramentas e à criação de técnicas para driblar obstáculos naturais, sejam eles referentes à alimentação, à luta contra predadores, ou qualquer outra situação rotineira.

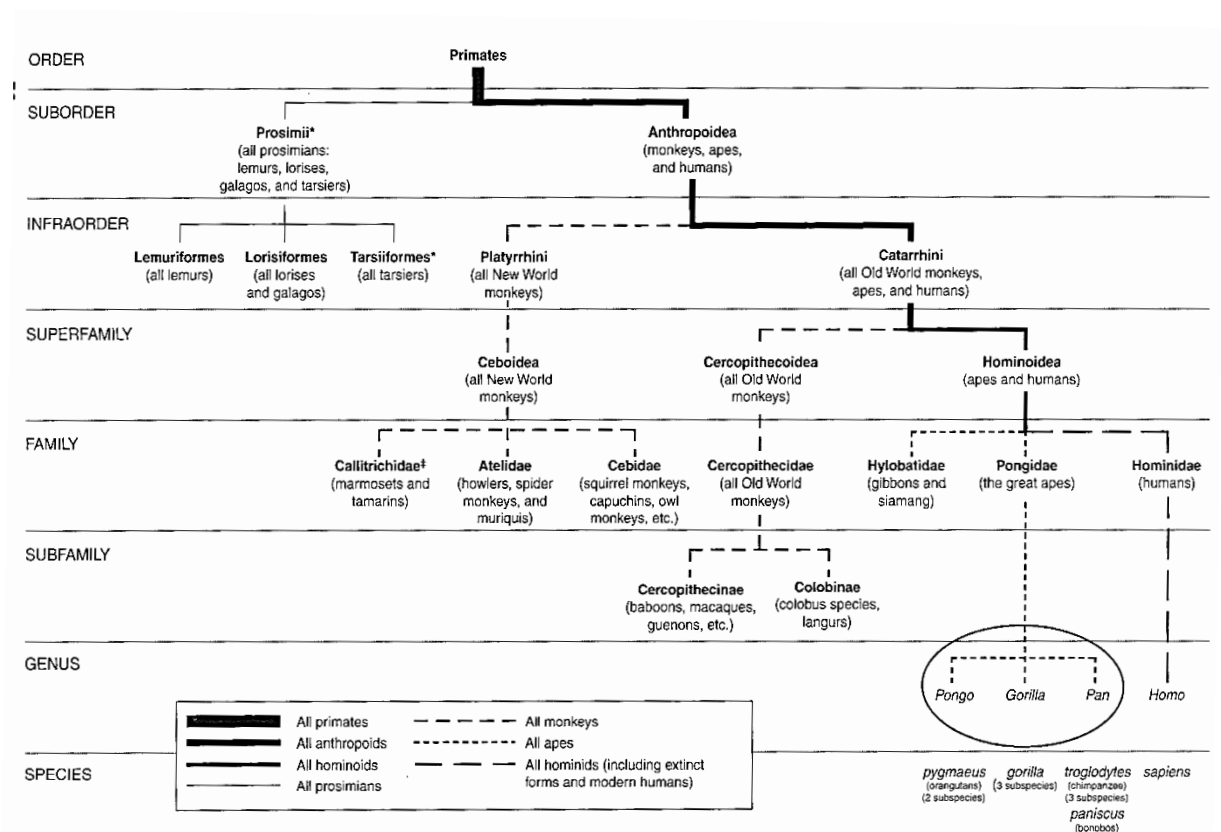


Figura 2. Taxonomia abreviada dos Primates. (Turnbaugh, W.A. et al., 2002)

1.1.1. Orangotangos (*Pongo pygmaeus*)

Os orangotangos (*Pongo pygmaeus*) emergiram como nova espécie há aproximadamente 2-3 milhões de anos e se dispersaram pelo Sudoeste da Ásia (Steiper 2006 apud Hussel et al 2009). Há cerca de 12.500 anos, eles se encontravam espalhados pelas ilhas de Sumatra, Borneo e Java. (RIJKEN & MEIJAARD, 1999 apud HUSSON *et al* 2009). Desde então, diante das alterações climáticas naturais, bem como as provocadas por desmatamentos, além da caça a esses animais, os orangotangos foram restringindo-se às

selvas das ilhas de Borneo e Sumatra, de modo que a espécie foi subdividida em *Pongo pygmaeus* sp. (Borneo) e *Pongo abelli* (Sumatra). Em 2002 identificou-se 306 florestas separadas em Borneo e 12 em Sumatra, sendo que em algumas delas o número de indivíduos chegava a, pelo menos, 250 (SINGLETON *et al.* 2004 HUSSON *et al.* 2009).

Habitantes, principalmente, de planícies secas, onde há florestas com predominância de árvores da família Dipterocarpaceae, pântanos, bem como de florestas aluviais. São encontrados em outros tipos de habitat, porém não serão vistos em grandes altitudes.

Os orangotangos são os mamíferos de maior porte que possuem o hábito arborícola. Para eles, o comportamento posicional tem grande influência no sucesso de forrageio, reprodução e sobrevivência a predadores. Demonstrada uma diferença significativa na dieta interespecífica, bem como na morfologia da mandíbula. Apesar de uma alimentação composta predominantemente por frutos, a utilização de cascas como fonte reserva de alimento feita por certos grupos, tende a estar relacionada a essa diferença mandibular.

Os *Pongo pygmaeus* passam por um período maior na escassez de frutos, dependendo da maior resistência de sua mandíbula a fim de consumir alimentos mais duros e de difícil ingestão, como cascas. Já os *Pongo abelli* tem acesso aos frutos durante maior parte do tempo, e quando não, optam por se alimentar de outra vegetação, figos ou mesmo insetos, o que deixa de tornar necessária uma mandíbula mais robusta.

Há divergência também no comportamento postural em algumas situações. No comportamento reprodutivo, por exemplo, os orangotangos de Sumatra permanecem quase que exclusivamente nas árvores enquanto os orangotangos de Borneo tendem a descer das árvores e transitar pela floresta (HUSSON *et al.* 2009).

Nas figuras 3a e 3b é possível observar o dimorfismo sexual existente nessa espécie. O macho, conforme se desenvolve e fica mais velho, apresenta o aparecimento de bolsas de gordura nas laterais de sua face e pescoço. Esse surgimento está relacionado com a questão social, de dominância. A convivência com um macho dominante pode inibir o crescimento desse anexo nos demais machos.



Figura 3. Imagens de orangotangos (CICCO). **3a.** Orangotango macho; **3b.** Orangotango fêmea e filhote.

1.1.2. Gorilas (*Gorilla gorilla*)

O gênero *Gorilla* é o maior primata em tamanho físico, são macacos predominantemente herbívoros que habitam as florestas da África central. O gênero é dividido em duas espécies e quatro ou cinco subespécies. Os habitats naturais dos gorilas cobrem florestas tropicais ou subtropicais de África. Embora a sua gama abranja uma pequena porcentagem da África, os gorilas estão presentes principalmente em regiões elevadas. São encontrados também em florestas densas e pântanos ao nível do mar, como os gorilas que vivem em países do Centro Oeste Africano e na República Democrática do Congo, perto da fronteira com a Ruanda (GROVES et al, 2005; CONNIFF, 2009).

O médico americano e missionário Thomas Staughton Savage e naturalista Jeffries Wyman descreveram pela primeira vez o gorila ocidental, dando a nome de *Troglodytes gorila*, em 1847 a partir de espécimes obtidos em Libéria (CONNIFF, 2009). O nome foi derivado do grego *Gorillai*, que significa "tribo de mulheres peludas " (CONNIFF, 2009).

Os gorilas se movimentam por nodopedalia, embora, às vezes, possam andar sobre as duas pernas por curtas distâncias, normalmente durante o transporte de alimentos ou em situações defensivas (PRINCE-HUGHES, 1987). Alimentam-se de frutos, flores, raízes e alguns invertebrados. Os machos selvagens chegam a pesar entre 135-180 kg, e as fêmeas adultas geralmente pesam a metade, entre 68-113 kg. Os machos adultos possuem uma estatura em torno de 1,7 a 1,8 m de altura, com uma envergadura que se estende 2,3-2,6m, as fêmeas bem menores (MILLER, 1997). Os machos dominantes adultos possuem uma pelagem prateada que abrange as costas, chegando até proximidades do quadril. A estrutura facial dos gorilas é

descrita como prognatismo mandibular, ou seja, a mandíbula se projeta mais longe do que a maxila. Os machos adultos também têm uma proeminente crista sagital no crânio. Tal como os humanos, os gorilas têm impressões digitais individuais. A cor predominante dos olhos é marrom escuro, emoldurado por um anel preto ao redor da íris (PRINCE-HUGHES, 1987; MILLER, 1997).

A estrutura social dos gorilas é constituída por um adulto macho prateado, diversas fêmeas e seus descendentes (WATTS, 1996; YAMAGIWA et al, 2003; ROBBINS, 2001), no entanto também é observado grupos com mais de um macho (Yamagiwa et al, 2003). Na figura 4 é possível observar o macho do grupo, maior e com as costas prateadas.

O adulto prateado é tipicamente um indivíduo com mais de 12 anos de idade, possui grandes dentes caninos, que também vêm com a maturidade (WATTS, 1996). Caso haja a morte desse macho dominante, machos presentes no grupo podem tornar-se dominante e acasalar com as fêmeas. Caso não haja machos no grupo, as fêmeas e sua prole dispersam-se a fim de encontrar uma nova tropa (WATTS, 1996; STOKES et al, 2003). Sem um macho dominante para protegê-los, os bebês, provavelmente são vítimas de infanticídio. Participar de um novo grupo é provável que seja uma tática contra isso (STOKES et al, 2003).



Figura 4: Grupo de gorilas com o macho dominante no centro. (REDMOND, 2010)

1.1.3. Chimpanzés (*Pan troglodytes*)

Os chimpanzés, embora haja alguns trabalhos divergentes, são considerados os parentes mais próximos dos humanos. Eles habitam de savanas a florestas tropicais na região equatorial da África. Os machos costumam ser bastante fortes e maiores que as fêmeas, chegando a pesar mais de 100 quilos em cativeiro, enquanto as fêmeas, na mesma condição, chegam a 47 Kg, aproximadamente. (Southwest National Primate Research psychological well-being of its nonhuman primates - SNPRC, 2011).

São considerados onívoros, possuindo uma alimentação variada composta principalmente por frutos. Alimentam-se também de pequenos mamíferos, inclusive macacos. (SNPRC, 2011). Além da diversidade na alimentação, Wrangham e Nishida, em 1983, observaram ingestão de alimentos para outros fins que não obtenção de energia. Provavelmente com fins medicinais.

A organização social dos chimpanzés é difícil de ser caracterizada por apresentar variações quanto à agressividade, por exemplo (Figura 5a). Nesse caso, além da relação hierárquica entre o macho dominante e os demais, isso se deve a fatores como escassez de alimento em determinadas regiões, estimulando a competição entre os indivíduos do grupo. Em contrapartida, os chimpanzés também apresentam comportamentos de cuidado e *grooming*, como pode ser observado na figura 5b (WRANGHAM *et al.* 1994).

Nessa espécie as posições hierárquicas são relacionadas ao sexo. Os machos formam alianças, que determinam a dominância entre eles e servem como estratégia para controlar o acesso às fêmeas (DE WAAL, 2007). A dominância dos machos em relação às fêmeas é determinada por sua superioridade física.

Desde 1970, com Jane Goodall, ficaram demonstradas não apenas a utilização de ferramentas pelos chimpanzés, como a confecção delas.



Figura 5. Chimpanzés. (OSF, 2010 ; TACUGAMA, 2012) **5a.** Comportamento agressivo. **5b.** *Grooming*.

1.1.4. Bonobos (*Pan paniscus*)

Os bonobos pertencem ao mesmo gênero dos chimpanzés, sendo conhecidos por chimpanzés pigmeus devido ao seu menor tamanho. Foram descritos como uma nova espécie apenas em 1933.

Apesar da aparência física, ao contrário dos chimpanzés, que resolvem os problemas alimentares com agressividade, os bonobos tratam as tensões que surgem com sexo. Isso pode ser observado por Frans de Waal a uma visita feita ao “Wild Animal Park”.

Conhecida por ser a espécie, além dos humanos, a copular com um indivíduo posicionado em frente ao outro, “cara-a-cara” (vide Figura 6). Outra particularidade do grupo está na masturbação que pode ser amplamente observada. O fato dos indivíduos tocarem-se sozinhos demonstra que o sexo não tem apenas a função reprodutiva para eles.

Considerando-se que quase não são registrados conflitos entre os indivíduos, os bonobos são considerados primatas que substituíram os conflitos e agressões pelas atividades sexuais (DE WAAL, 1997). As fêmeas, em especial, utilizam-se do sexo estrategicamente para controlar a comunidade (DE WAAL, 2007).



Figura 6. Macho e fêmea de bonobos (*Pan paniscus*) em cópula frontal. (WAAL, F.B.M, 1997)

1.2. Parentesco com Humanos

Enquanto as análises feitas eram basicamente morfológicas, acreditava-se que tanto os bonobos quanto os chimpanzés eram parentes mais próximos dos gorilas e orangotangos. Isso mudou com o auxílio da genética e avanço da biologia molecular.

Por volta da década de 90, estudos com o DNA, inclusive mitocondrial (Ruvolo et al. 1991), relevaram que os gêneros *Pan* e *Homo* são mais próximos entre si que os gêneros *Pan* e *Gorilla*. Esses estudos tiveram início em 1984 com Sibley e Ahlquist, seguidos por Caccone e Powell em 1989, com a hibridização do DNA. Na mesma época, foi feita a análise do DNA nuclear por Williams e Goodman (1989), Ueda et al. (1989) e Gonzalez et al. (1990).

Conforme Wrangham et al. (1994) aponta, chimpanzés e bonobos fornecem aos humanos conexões com o resto do mundo animal. Uma das formas que isso ocorre, é permitindo imaginar a forma como os ancestrais dos homens eram há 6 milhões de anos e como eles foram sofrendo transformações ao longo da evolução. Outra conexão é quanto ao significado funcional das características que eles, chimpanzés e bonobos, compartilham conosco, humanos.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo central revisar na literatura o processo de aprendizagem nos grandes símios. Será abordado o uso de ferramentas pelas espécies e as diversas finalidades delas. Outro tópico a ser estudado envolverá os tipos de aprendizagem individual e social. Inevitavelmente a aprendizagem social gera o que se pode chamar de cultura. Alguns aspectos dela serão citados.

Ao revisar a literatura, a intenção é se deparar com exemplos de práticas e experimentos voltados para o assunto. Eles também serão abordados neste trabalho.

Finalmente serão citados alguns exemplos de trabalhos envolvam os conhecimentos na área da aprendizagem de grandes símios, além disso serão citados trabalhos e metodologias no estudo da cognição e eletrofisiologia em primatas, e aplicações destas metodologias em diferentes áreas interdisciplinares.

3. METODOLOGIA

Por se tratar de uma revisão bibliográfica, será realizada pesquisa por meio de diferentes bases de indexação bibliográficas buscando se trabalhos que tratem dos assuntos relacionados acima.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Aprendizagem

Definições correntes indicam que aprendizagem é o processo pelo qual as competências, habilidades, conhecimentos, comportamento ou valores são adquiridos ou modificados como resultado de estudo, experiência, formação, raciocínio e observação. A memória possibilita que esse novo conhecimento adquirido seja armazenado e utilizado posteriormente. Ela retém esse conhecimento. Tanto a rapidez na aquisição de novas informações quanto a capacidade de armazená-las e utilizá-las novamente representam o que se denomina inteligência. Em resumo, os três fatores básicos no estabelecimento da aprendizagem e memória são a aquisição, o armazenamento ou retenção e a evocação de informações (BRANDÃO, M.L.).

Na literatura voltada para a fisiologia neural, utiliza-se “plasticidade cerebral” para denominar a aprendizagem do ponto de vista neurológico referindo-se às alterações sinápticas que ocorrem e permitem a assimilação de novas informações e as mudanças comportamentais, por exemplo.

Este processo pode ser analisado a partir de diferentes perspectivas, de forma que há diferentes teorias de aprendizagem. Ela é uma das funções mentais mais importantes em humanos e animais e também pode ser aplicada a sistemas artificiais.

Aprendizagem como um estabelecimento de novas relações entre o indivíduo e o meio ambiente tem sido objeto de vários estudos empíricos em animais e seres humanos. O processo de aprendizagem pode ser medido através das curvas de aprendizagem, que mostram a importância da repetição de certas predisposições fisiológicas, de "tentativa e erro" e de períodos de descanso, após o qual se pode acelerar o progresso. Porém, tanto o aprendizado quanto a memória costumam ser inferidos através das alterações comportamentais, mais que diretamente, uma vez que é difícil delimitar uma única área do sistema nervoso que seja responsável pelos processos.

4.1.1. Aprendizagem individual

As formas de aprendizagem foram descritas no início deste trabalho, podendo ser através da habituação a uma situação, imitação de um comportamento observado, *imprinting*, ensinamentos, insight ou até mesmo condicionamento.

Quando se fala de aprendizagem individual, descarta-se a imitação e o ensinamento por se tratarem de comportamentos que dependem de outros indivíduos que sirvam de exemplo.

O condicionamento pode ser dividido em respondente e operante. Em ambos os casos, o animal é condicionado por alguém que utiliza de elementos externos para que isso ocorra. Um exemplo é dos símios que, em cativeiro, são condicionados a pegar comida com fichas (condicionamento operante).

4.1.2. Aprendizagem social

De acordo com o diagrama 1, a aprendizagem social pode ocorrer de quatro formas. Através de um ESTÍMULO APRIMORADO (Stimulus Enhancement), CONDICIONAMENTO OBSERVACIONAL (Observational Conditioning), IMITAÇÃO (Imitation) e EMULAÇÃO OBJETIVA (Goal Emulation).

As duas primeiras formas, embora tidas na literatura como processos distintos, podem ser consideradas como versões positiva e negativa de um processo similar. (WHITEN & HAM, 1992).

No primeiro caso, o aprimoramento do estímulo ocorre quando um indivíduo A atrai a atenção do indivíduo B para algo interessante como um local com comida disponível, que poderá gerar um comportamento, mas não necessariamente.

O comportamento de condicionamento observacional ocorre de maneira similar, mas, nesse caso, indivíduos jovens podem desenvolver medo ao presenciar outro indivíduo sendo ferido em determinada situação ou por determinado animal, por exemplo. Desse modo, a observação também poderá interferir em comportamentos futuros.

Já quando se trata de imitação, o indivíduo B aprende algo da forma de comportamento do indivíduo A. O indivíduo B não irá necessariamente reproduzir o comportamento de maneira integral e idêntica. O grau de fidelidade na reprodução do comportamento pode variar, variando em tempo, forma, padrão. A imitação é mais uma questão acerca do modelo usado. O indivíduo B utiliza o comportamento do indivíduo A como molde do seu, ainda que se comporte de maneira ligeiramente distinta. Essa variação deve-se, inclusive, a capacidade e habilidade do indivíduo B, que podem ser maiores ou menores quando comparadas ao indivíduo A (WHITEN; CUSTANCE, 1996).

A última forma de aprendizagem social descrita na tabela consiste na emulação objetiva. Nesse contexto, o indivíduo B emula a ação de A sem copiar o comportamento de A

em si. Então ele obtém o mesmo resultado que A conseguiu, de outra maneira, mais eficaz. O indivíduo B irá aprender mais acerca da utilidade da ferramenta que o indivíduo A estiver utilizando ao invés do comportamento em si. Uma vez aprendida a utilidade de um graveto para alcançar alimentos, por exemplo, o indivíduo B poderá usar essa ferramenta (graveto) em qualquer outro comportamento em que julgar necessário seu uso. Isso se estende para qualquer outra ferramenta (TOMASELLO, 1996). Desse modo, pode-se considerar o aprendizado de B como algo mais técnico que social, embora o indivíduo B eventualmente necessite ver o indivíduo A em ação para entender que a ferramenta pode ser utilizada por um ser semelhante a ele. Isso poderia ser testado de forma adequada se o indivíduo B, apenas ao olhar a ferramenta exercendo sua função, sem a presença do indivíduo A, passasse a utilizá-la. Esse teste, porém, desconsideraria a eventual necessidade supra (HEYES, JALDOW, NOKES, AND DAWSON 1994). De qualquer maneira, trata-se de aprender mais sobre natureza da ferramenta que sobre a forma de agir do indivíduo A.

Outra maneira de definir esse último tópico, é dizer que o indivíduo observador aprende com o que o indivíduo observado está “tentando fazer”. Ainda que o ser observado não tenha sucesso em sua empreitada, o observador poderá ter, uma vez que ele não agirá de maneira necessariamente semelhante. Esse comportamento pode, inclusive, ganhar certa conotação de competição já que o indivíduo B percebe a vantagem do resultado que A está buscando e passa a utilizar seu próprio conhecimento já adquirido para alcançar a mesma meta.

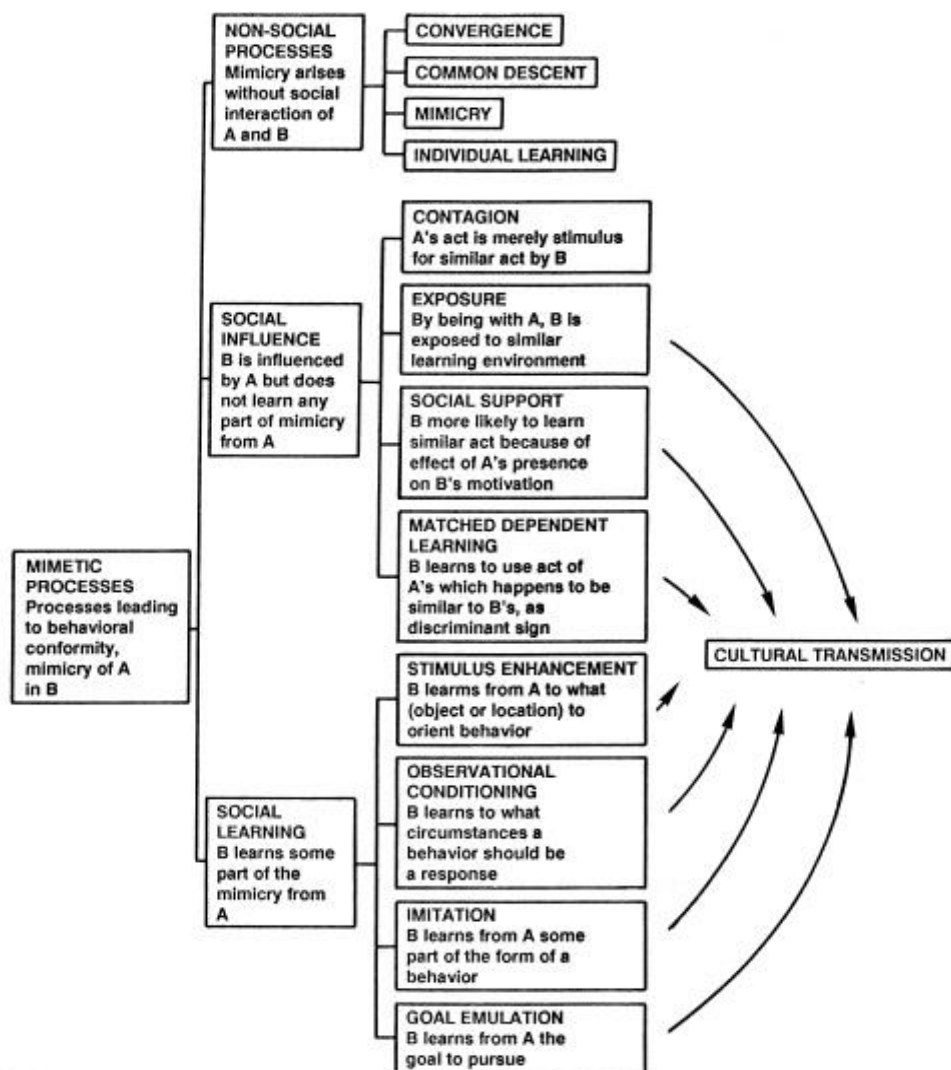


Diagrama 1. Tipos de imitação. (WHITEN & HAM, 1992)

4.2. Cultura

O termo “cultura” é amplamente utilizado e possui contradições em seu significado. Questiona-se se é possível dizer que primatas não humanos constroem sua cultura e se é conveniente chamá-la assim. Para os antropólogos, esse termo, quando utilizado em estudos na área da biologia, nada mais é que a mesma palavra usada para caracterizar um processo distinto ao que eles estudam (RAPCHAN, 2005).

Com esse cuidado, Galef (1992), por exemplo, sugeriu que, a partir do momento em que a cultura dos humanos está baseada em uma forma complexa de aprendizado social, não é correto se referir ao comportamento dos demais primatas como cultura, a menos que eles estejam baseados em comportamento igualmente complexos. Caso contrário, seria mais adequado utilizar termos como “tradição” fazendo uma analogia à cultura dos primatas

humanos. Dessa forma, a natureza dos processos cognitivos compreendem os tipos de tradições ou culturas que realmente operam nesses animais.

Whiten (2005) comenta a respeito de tradição como um conjunto de comportamentos padronizados em uma determinada região, distinguindo-se das demais. Discorre, inclusive, acerca das duas formas com que os cientistas da área encaram o termo “cultura”. Aqueles que distinguem os dois termos: “tradição” e “cultura”, para os quais a cultura em si acaba ficando restrita basicamente aos humanos, uma vez que há mais requisitos para enquadrar os comportamentos dos demais animais nessa definição. Para esses autores que definem cultura de forma mais restrita, os demais animais, como cetáceos e os grandes símios, possuem tradições, não cultura. Em contrapartida, há autores que tratam os dois como sinônimos. Para esses, é mais natural afirmar a existência de cultura, não apenas nos humanos e grandes símios, como em cetáceos e pássaros, por exemplo.

Apesar do exposto, diante da variedade na utilização dos termos cultura e tradição, não haverá sempre a distinção entre eles neste trabalho, pois seria algo inviável uma vez que cada autor carrega a palavra com suas particularidades, não cabendo a este trabalho defini-la.

4.3. Ferramentas

4.3.1. O que são ferramentas

Ferramentas são conjuntos de instrumentos e utensílios usados em um ofício. São objetos usados para um determinado fim, para a execução de um trabalho, seja para facilitá-lo ou torná-lo possível.

4.3.2. Quais as funções de uma ferramenta

Assim como a própria definição de ferramenta, sua função é tornar um trabalho possível ou melhorar os resultados. No primeiro caso, por exemplo, ela pode servir para alcançar objetos ou regiões que não se têm acesso, seja por estar muito distante ou ser muito estreito. Esse objeto pode ser de qualquer natureza e para qualquer finalidade. No caso dos grandes símios, a busca por alimento é primordial. Já quando se pensa nos primatas humanos, além de alimentos, pode-se pensar nas atividades do cotidiano. Um exemplo é a utilização de uma escada para alcançar os cobertores deixados no maleiro.

Quanto à melhora de resultados, as ferramentas podem ser utilizadas para potencializar uma ação, tornando-a mais rápida e eficaz. Cavar um buraco no solo para o plantio de uma árvore é muito mais rápido e fácil com a utilização de uma enxada quando comparado às próprias mãos.

4.3.3. Funções do uso de ferramentas nos grandes símios

Os primatas não humanos apresentam pelo menos seis maneiras de usar ferramentas. (*sensu* BECK, 1980).

1ª: Muitas espécies arborícolas utilizam lascas de troncos ou pedras para intimidar predadores e rivais. Kortlandt e Kooij (1963) acreditavam que essa era a forma básica de utilização de ferramentas, da qual se derivariam as demais.

2ª: Uso de ferramentas para defesa em confrontos, surras, e displays intimidadores em chimpanzés (KORTLANDT; KOOIJ, 1963) e em “Capuchin monkeys” (BOINSKI, 1988).

3ª: Hominídeos fabricando e utilizando ferramentas como armas de caça. (Klein, 1989)

4ª: Chimpanzés selvagens incorporam ferramentas aos seus displays, seja para atrair ou intimidar outros indivíduos co-específicos (McGREW, 1992).

5ª: na maior parte dos símios e em duas espécies de macacos foi observada a utilização de objetos na limpeza e higienização de partes do corpo, embora seja um comportamento raro (TOMASELLO & CALL, 1997).

6ª: Chimpanzés e orangotangos fabricam suas próprias ferramentas a fim de obter alimentos. Podem ser objetos compridos que consigam adentrar buracos estreitos e capturar insetos, bem como seus produtos, ou objetos duros que permitam a quebra de frutos duros como nozes—(GOODALL, 1986; McGREW, 1992; BOESCH, 1996; VAN SCHAIK *et al*, 1996; FOX *et al*, 1998). Esse tipo de comportamento pode ser observado tanto na natureza quanto e, principalmente, em cativeiro (BECK, 1980; CANDLAND, 1987).

4.3.4. Utilização das ferramentas e aprendizagem em Símios

Ao averiguar a existência de barreiras que limitassem o uso de ferramentas como presença de frutos prontos para o consumo como nozes já quebradas em abundância, surgiu o questionamento se o uso de ferramentas ou não seria algo que dependesse exclusivamente da presença dos utensílios necessários ou se envolveria também a transmissão de tradições adquiridas por algum indivíduo.

Nesse sentido, foram observados dois grupos de chimpanzés, um ao lado leste e outro a oeste do rio “Sassandra-N’Zo”. Em ambos os lados, a riqueza de ferramentas em potenciais e oportunidades para utilizá-las eram semelhantes, porém apenas os chimpanzés situados ao leste do rio quebravam as nozes presentes. Aparentemente, o rio tornou-se uma barreira para que a tradição de quebrar nozes se espalhasse (BOESCH et al. 1994). Continuando nessa linha, McGrew et al. (1997) também mostrou que em Gabão, os chimpanzés não utilizam ferramentas embora exista material suficiente para tanto.

Outro exemplo, dessa vez com a utilização de diferentes ferramentas para o mesmo fim. Em Gombe (McGREW, 1974) os chimpanzés utilizam um longo bastão de aproximadamente 66 cm para coletar inúmeras formigas, tirá-las com a outra mão e ingeri-las. Já em Tai (BOESCH & BOESCH, 1990), eles utilizam um graveto menor, capaz de coletar aproximadamente 15 formigas por vez e as retiram diretamente com os lábios. O primeiro modelo é cerca de 4 vezes mais eficiente e os indivíduos de Tai teriam a possibilidade de utilizá-lo, porém é como se eles não tivessem descoberto essa outra maneira de capturar as formigas. Esse exemplo demonstra que as tradições se mantêm nas duas regiões, diante do que já foi descoberto até então.

Tomasello (1996) sugere que comportamentos como os acima descritos, considerados tradições, vão além da simples imitação. Trata-se de uma “ritualização ontogenética”, na qual a ação de um indivíduo provém da interação com os demais desde seu nascimento e desenvolvimento. Dessa forma, esses comportamentos poderiam, inclusive, serem chamados de cultura segundo o critério de Galef, anteriormente citado.

Na tabela 1 foram listadas algumas finalidades do uso de diversos tipos de ferramentas, mais utilizados por chimpanzés, segundo Mc Grew & Marchandt, 1997 (*apud* Van SCHAIK *et al*, 1998). Nessa tabela está relacionada a utilização de ferramentas na extração de polpas e mel, captura de insetos como formigas e abelhas, uso de folhas como esponja e colher, entre outros. Foram marcados os tipos de utilização em cada região, e é possível observar a diferença entre elas.

Tabela 1. Utilização de diversos tipos de ferramentas em atividades cotidianas de chimpanzés (Van SCHAIK *et al*, 1998).

Tool types	Gombe	Mahale	Kibale	Tai	Bossou
Leaf sponge	×		×	×	×
Termite fish	×	×			
Ant dip	×			×	×
Honey dip	×			×	
Nut hammer				×	×
Ant fish		×			
Bee probe				×	
Marrow pick				×	
Pestle pound					×
Gum gouge					×
Algae scoop					×
Hook stick					×
No. of feeding-tool types	4	2	1	6	7

Based on McGrew (1994), Boesch & Tomasello (1998) and Sugiyama (1993, 1997).

É plausível que o aprendizado social em grandes primatas esteja atrelado aos comportamentos envolvidos na alimentação, como: busca, seleção e forma de ingestão. Há poucas informações na literatura, nesse sentido, a respeito de outros primatas quando comparado aos registros envolvendo chimpanzés. Isso pode estar relacionado ao fato de outros primatas não utilizarem tantas técnicas tecnológicas envolvidas no forrageamento. Os próprios chimpanzés possuem grupos que não utilizam de técnicas ou ferramentas.

Byrne (1995), ao observar o comportamento de forrageamento dos gorilas, tenta estabelecer uma relação de aprendizagem social no comportamento de forrageamento deles. Seu argumento baseia-se na complexidade e similaridade do comportamento para que seja tido como aprendizado individual. Por outro lado, é esperado que cada indivíduo, ao alcançar um nível de forrageio ótimo, desempenhe atividades semelhantes para tanto. Portanto, é complicado chegar a uma resposta conclusiva quanto aos hábitos dos gorilas nesse caso.

Os orangotangos de Sumatra (*Pongo abelli*) já foram observados utilizando gravetos para extrair formigas e cupins de seus ninhos, porém o mesmo não foi observado nos orangotangos de Borneo (*Pongo pygmaeus*) (REDMOND, 2010).

Embora não faça parte do grupo de símios, um exemplo chave que ilustra a questão de aprendizagem é o dos macacos japoneses (*Macaca fuscata*). Certos grupos de indivíduos que se alimentam de batata-doce tem o hábito de lavá-las em água salgada antes de ingeri-las. Esse comportamento não se deve apenas ao fato de limpar as batatas antes de comê-las, mas

envolve, inclusive, o paladar. Esses macacos preferem lavar as batatas em água salgada a lavá-las em água doce e isso é explicado pela acentuação de sabor que o sal provoca.

Há certa preocupação, que foi explicitada por Galef, quanto a determinados comportamentos serem tratados erroneamente como transmissão de tradições. Lefebvre (1995) analisou o tempo de transmissão dos comportamentos a fim de estabelecer de forma mais acertada quando realmente se trata de transmissão e não apenas imitação. Nos grupos de chimpanzés estudados, por exemplo, esse tempo é menor quando comparado a outras espécies menos derivadas como o exemplo citado acima, dos macacos japoneses. A capacidade cognitiva está diretamente relacionada a essa curva, favorecendo o processamento mais rápido da informação.

Tomasello, Davis-Dasilva, Camak e Bard (1987) em seu primeiro estudo de comportamento de aprendizagem social, concluíram que os chimpanzés que observaram outro indivíduo utilizando um gancho para alcançar comida tiveram mais sucesso em utilizá-lo quando comparados aos sujeitos que não observaram nenhum indivíduo com esse comportamento. Todavia, mesmo os sujeitos que observaram um chimpanzé utilizando o gancho, não reproduziram o comportamento de forma exata. Eles fizeram do seu próprio jeito e, dependendo do caso, não obtiveram sucesso. Para Tomasello, trata-se de um tipo de emulação, indo além do estímulo aprimorado, pois o chimpanzé observado não só chama a atenção para o local, mas cria a relação entre a comida e a ferramenta. O sujeito que vai executar o comportamento, porém, não o imita fidedignamente, usando suas próprias estratégias para realizar o feito.

4.3.5. Alguns exemplos de experimentos

Em um estudo recente, publicado em 2012 por Héctor Marín Manrique et al, foi observada a capacidade dos grandes símios de descobrir novas formas de resolver problemas, principalmente relacionados à obtenção de alimento, assim que as maneiras antigas tornam-se obsoletas e ineficientes. As soluções dos problemas são apresentadas rapidamente e mostram-se eficazes. Isso demonstra a flexibilidade comportamental do grupo, que, ao se deparar com determinada necessidade, é capaz de adaptar seu comportamento de modo a obter o que precisa.

Esse experimento (Figura 7) foi realizado com 20 indivíduos de 3 a 35 anos, sendo 5 chimpanzés, 5 bonobos, 3 gorillas e 7 orangotangos residentes do “Wolfgang Köhler Primate Research Centre” (WKPRC) no Zoológico Leipzig. No método utilizado, os indivíduos não

eram privados de alimento, obtendo refeições balanceadas em horários pré-determinados. O experimento possuía três aparatos com níveis diferentes de dificuldade, iniciando-se pelo mais fácil, ou seja, o que possuía mais opções de êxito. Em cada sistema, o indivíduo seria desafiado a retirar uma uva, sendo que em cada aparato a altura da abertura era diferente e no terceiro a abertura era somente na parte superior. Eram 3 tipos de aparato semelhantes, porém a forma de retirar o objeto de seu interior variava entre eles, de modo que a solução eficaz no sistema 3 também seria eficaz nos demais, porém o inverso não ocorreria. Sendo assim, ou o indivíduo já descobriria uma solução que pudesse ser utilizada em todos os testes, ou, a cada nível, se depararia com um desafio ao perceber que a técnica anterior não traria o resultado desejado.

Com a conclusão do experimento ficou demonstrado que todas as espécies obtiveram sucesso na realização dos testes, exceto os orangotangos que tiveram dificuldade no último aparato e não conseguiram concluí-lo. Houve certa diferença no tempo de realização dos experimentos, sendo que os chimpanzés se mostraram um pouco mais lentos, porém, eles tiveram uma mudança de técnica do aparato 1 para o aparato 2, o que justifica esse déficit. O aparato 3 exigiu uma mudança de técnica de todos os participantes, e mesmo os gorilas e bonobos, que tinham usado a mesma técnica em 1 e 2, foram capazes de alterar.

Em contrapartida a outros trabalhos realizados (Marshall-Pescini & Whiten 2008; Hrubesch et al. 2009), os quais demonstram que chimpanzés tentem a manter suas técnicas antigas mesmo quando observam humanos ou outros indivíduos utilizarem outras mais eficientes, ficou claro no experimento narrado anteriormente que os grandes símios, inclusive os chimpanzés, são capazes de abandonar seus métodos antigos quando necessário, demonstrando a capacidade cognitiva de resolução de novos problemas assim que esses são apresentados.

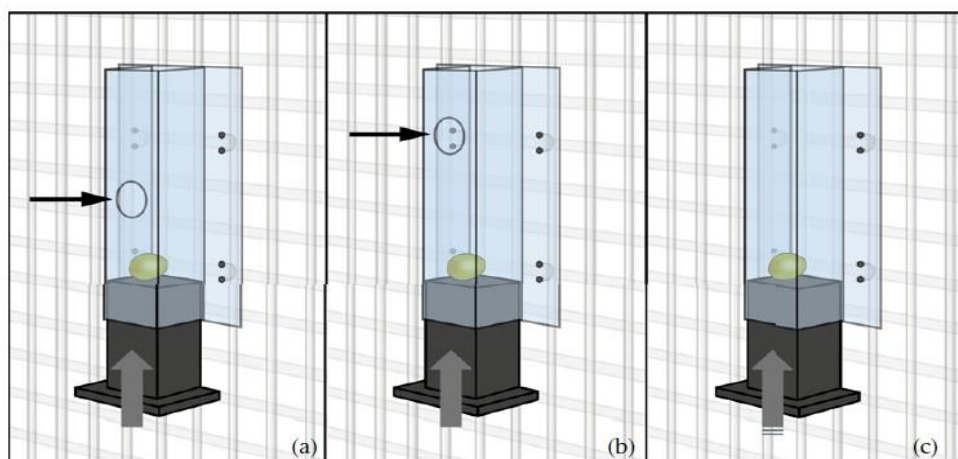


Figura 7. Aparatos 1 (a), 2 (b) e 3(c). Usados nessa sequência no experimento descrito.

Nessa mesma linha, Lehner et al., em 2011, realizou um experimento exclusivamente com orangotangos, nove no total. O experimento foi feito no Zoológico de Zurich, na própria jaula em que os orangotangos eram mantidos. Nesse caso, eles foram testados como grupo ao invés de individualmente. Como procedimento, dois tubos contendo um tipo de xarope eram presos próximos à jaula, numa distância que os indivíduos eram capazes de alcançar através das grades, com cerca de 2 metros de distância entre eles. O experimento foi realizado por semanas, não passando de 2 a cada uma, com duração de aproximadamente 90 minutos, tempo médio que demorava para esvaziar os tubos.

O teste possuiu três estágios. No primeiro, os tubos possuíam um diâmetro suficiente para que os orangotangos retirassem o xarope com suas próprias mãos. O segundo estágio possuía uma restrição que era o estreitamento dos tubos, de modo que os indivíduos não mais conseguiam retirar o xarope com suas próprias mãos. Nesse caso, eles precisaram recorrer a meios diversos que possibilitassem tal ação, como a utilização de galhos e ramos imitando uma colher, por exemplo. Já no terceiro estágio, além dos tubos continuarem estreitos, os galhos tornaram-se indisponíveis, criando a necessidade da utilização de uma nova técnica.

Todos os orangotangos foram capazes de ter acesso ao xarope do interior dos tubos em todas as situações, exceto uma das fêmeas, mais velha. Embora no primeiro estágio fosse possível utilizar as próprias mãos e braços, a maior parte dos indivíduos já utilizaram gravetos. Os gravetos eram imersos no xarope e o que ficasse preso no graveto era ingerido pelo indivíduo. Outras técnicas, mais eficientes, foram utilizadas por eles, como utilizar lã de madeira para absorver mais xarope.

O experimento conseguiu demonstrar a flexibilidade para abandonar uma técnica que já não traria mais resultados, ou não o esperado e, adquirir novas e melhores técnicas. Dessa forma, pode-se afirmar que os orangotangos em questão, de cativeiro, possuem pré-requisitos para criação de uma cultura cumulativa, uma vez que são capazes de se adaptar às novas exigências, abandonando antigos e ineficazes comportamentos. Quantos aos indivíduos selvagens dessa espécie, não há observações similares que possam fazer um paralelo com o estudo. A ideia é expandir esse experimento para o ambiente selvagem, em regiões em que os orangotangos já têm sido observados.

Há um experimento realizado por Homer & Whiten (2007), o qual concluiu que chimpanzés jovens podem ser melhores imitadores que crianças humanas (três anos de idade). O experimento consistiu em duas etapas. Na primeira um adulto familiar aos indivíduos abria uma caixa opaca utilizando uma ferramenta em dois buracos diferentes. Primeiro um buraco na parte de cima da caixa e depois um buraco central, conforme figura 8. Ao observar a ação

do adulto, tanto os chimpanzés quanto as crianças realizavam as mesmas técnicas e conseguiam o resultado final: abrir a caixa.

Num segundo momento, foi feito o mesmo procedimento, porém com uma caixa transparente. Devido à transparência da caixa, era possível observar que o primeiro buraco não influenciava na abertura da caixa. Mesmo assim o adulto utilizou a ferramenta da forma descrita acima. As crianças o imitaram. Já os chimpanzés, ao perceberem que o primeiro buraco não estava relacionado à abertura, emularam o comportamento do adulto, utilizando a ferramenta diretamente no segundo buraco, abrindo a caixa como os demais sujeitos. De um lado, fica demonstrado que as crianças tendem a copiar mais fielmente as ações observadas sem questionar a finalidade de tal, apenas pelo fato de alguém mais experiente estar fazendo. Enquanto isso, os chimpanzés mostram-se mais pragmáticos, em busca exclusiva pelo resultado.

Expandindo esse mesmo experimento, McGuigan *et al.* (2007), procurou analisar crianças maiores, com 5 anos ao invés de 3. No início, supunha-se que, com o desenvolvimento cognitivo, elas copiariam menos fidedignamente a ação de abrir a caixa. Porém, o resultado foi divergente. As crianças de 5 anos tiveram maior tendência a copiar o adulto, mesmo com a caixa transparente.

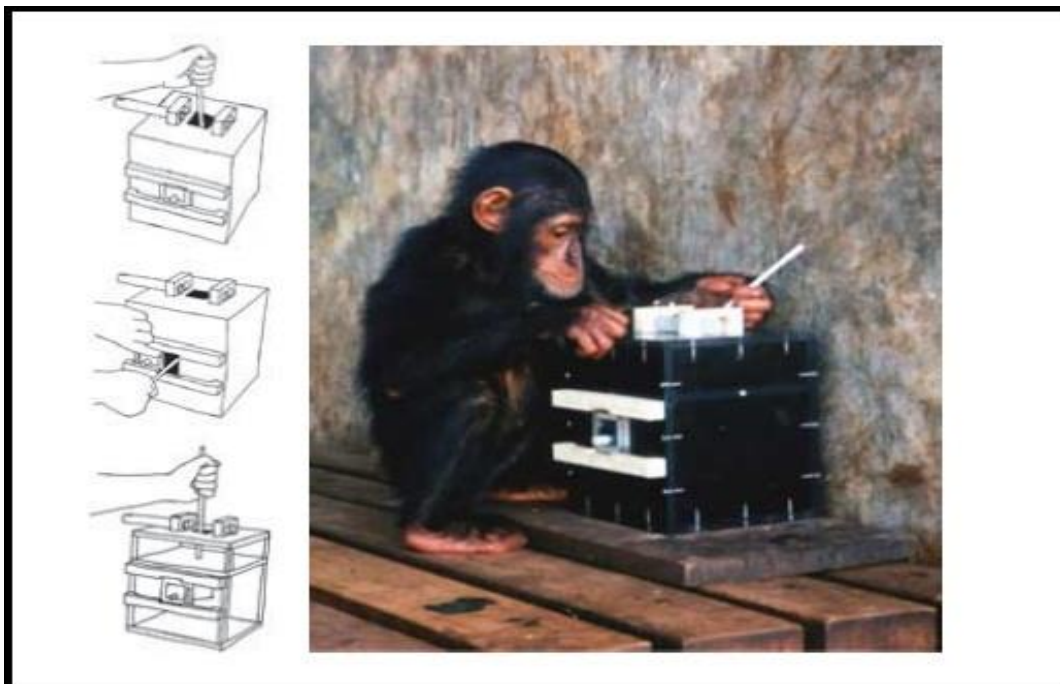


Figura 8. Chimpanzé filhote realizando experimento após observar adulto humano. Ao lado esquerdo há o esboço da caixa. Observa-se que a abertura superior não se conecta a nenhum mecanismo de abertura (WHITEN, 2005).

4.4. Capacidade cognitiva e Neurociência

As principais características que definem e separam os primatas dos outros animais, segundo MARTIM (1990) são: a vida social, o tamanho e complexidade do cérebro. Assim, o desenvolvimento cognitivo está associado ao tecido cerebral, suas conexões e associações. No entanto, a avaliação da massa cerebral deve ser analisada em relação a diversos parâmetros, não somente como unidade de massa. Na tabela 2, pode-se observar o índice de capacidade cranial, proposto por MARTIM (1990), que considera a razão da massa cerebral pela massa do indivíduo e fica bastante evidente esta razão em humanos quando se compara a outros primatas. Além disso, esta razão também é maior nos grupos taxonômicos mais próximos ao *Homo sapiens*. Vale ressaltar que golfinhos e outros cetáceos também possuem grande capacidade craniana, tendo em vista que o índice craniano de golfinhos só é menor que o observado em humanos (MARTIM, 1990).

TABELA 2. Índice da capacidade cranial em mamíferos (MARTIM, 1990)

Não primatas		Primatas Haplorrinos	
<i>Tenrec ecaudatus</i>	0,54	<i>Tarsius spp.</i>	3,70
<i>Chrysochloris stuhlmanni</i>	1,10	<i>Saguinus spp.</i>	4,30
<i>Echinosores spp.</i>	1,60	<i>Theropitecus gelada</i>	4,60
<i>Urogale everetti</i>	2,50	<i>Gorilla gorilla</i>	5,50
<i>Elephantus rufescens</i>	3,40	<i>Hylobates syndactylus</i>	6,90
<i>Tupaia minor</i>	4,60	<i>Pongo pygmaeus</i>	7,70
Primatas Strepsirrhinos		<i>Macaca mulatta</i>	8,20
<i>Galago crassicaudatus</i>	2,30	<i>Pan troglodytes</i>	8,20
<i>Cheirogaleus medius</i>	2,40	<i>Hylobates lar</i>	8,80
<i>Daubentonia madagascariensis</i>	6,30	<i>Miopithecus talapoin</i>	9,40
<i>Arctocebus calabarensis</i>	6,30	<i>Cebus apella</i>	11,70
		<i>Homo sapiens</i>	23,00

No entanto, o cérebro apresenta diferentes porções com diferentes funções, e nem sempre é a melhor medida para se avaliar processos cognitivos e inteligência, alguns autores preferem avaliar a relação do neocórtex com outras porções do cérebro (DUNBAR, 1993; BYRNE & WHITEN, 1997). Desta forma, a tabela 3 procura mostrar a variação em porções cerebrais envolvidas com funções mais complexas e observadas principalmente em humanos, como neocórtex, estruturas límbicas, cerebelo, etc.

TABELA 3. Índice dos componentes cerebrais em relação à Terecinae (ECCLES, 1995).

	Tenrecina	Insetívoro	Prossímio	Macaco	Apes	Homo
	e	s	s	s		
Medula oblonga	1,00	1,27	1,56	1,87	1,61	2,09
Bulbo olfatório	1,00	0,88	0,52	0,08	0,06	0,03
Córtex olfatório	1,00	0,94	0,65	0,34	0,31	<0,30
Septum	1,00	1,22	1,91	2,09	2,16	5,45
Amígdala	1,00	1,10	1,73	2,24	1,85	4,48
Cerebelo	1,00	1,64	4,64	6,20	8,81	21,75
Hipocampo	1,00	1,75	2,91	2,64	2,99	4,87
Neocórtex	1,00	2,65	20,37	48,41	61,88	196,41
Índice de encefalização	1,00	1,43	4,24	8,12	11,19	33,73

A compreensão do sistema nervoso e dos processos que envolvem o processamento da informação e cognição nos diferentes animais é algo bastante complexo e que necessita de estudos interdisciplinares, sendo que a ciência que procura entender a cognição e desenvolvimento do sistema nervoso é a neurociências.

A neurociência é uma área de pesquisa que abrange questionamentos sobre como os sistemas nervosos são organizados, e como funcionam para gerar os comportamentos (PURVES *et al.*, 2004; LENT, 2005), procurando-se compreender como a informação é transmitida do meio externo, captada por órgãos sensoriais e processada internamente nos tecidos biológicos, ou seja, ao nível celular neural (mensageiros químicos e impulsos neurais) (KANDEL *et al.*, 2000; PURVES *et al.*, 2004; LENT, 2005). A base celular do sistema nervoso nos animais é formada por células glia e neurônios, sendo bem maior a proporção de células glia em relação aos neurônios (LANE, 1985; KANDEL *et al.*, 2000; PURVES *et al.*, 2004; LENT, 2005). No entanto, o elemento funcional e básico do sistema nervoso é o neurônio, o qual possibilita a transmissão e o processamento da informação do meio externo, capturada pelos receptores sensoriais e transmitida e processada pelo sistema nervoso central ou periférico (KANDEL *et al.*, 2000; PURVES *et al.*, 2004).

Nos últimos anos, diversos trabalhos estão mudando conceitos e acrescentando informações ao estudarem o sistema nervoso, e dentre eles merecem destaque: a aceitação da neurogênese em adultos de diversos animais (CAYRE *et al.*, 2002), trabalhos envolvendo interface cérebro/máquina e modelagem matemática (NICOLELIS, 2002; BRUNEL *et al.* 2003; CANGELOSI & PARIS, 2004; GROSSEBERG *et al.*, 2004; OZTOPA *et al.*, 2006; CHENG *et al.*, 2007; CHAMINADE *et al.*, 2008) e novas técnicas de gravação com multieletródos (NICOLELIS & RIBEIRO, 2002).

Uma das mais fascinantes áreas de pesquisa nos dias atuais é a compreensão e simulação de capacidades cognitivas do ser humano e de animais. Uma possibilidade futura desta compreensão seria produzir máquinas capazes de exibir um comportamento inteligente, como se fossem reações e emoções humanas, trabalhos estes que permitiriam compreender melhor o funcionamento deste sistema dinâmico complexo, o que permitirá melhoras nos tratamentos de doenças, deficiências motoras ou sensoriais e na obtenção de ferramentas mais sofisticadas na área de tecnologia (NICOLELIS, 2002; DE CASTRO & TIMMIS, 2002; BRUNEL *et al.* 2003; KIM *et al.*, 2003; RIND, 2004; DE CASTRO & VONZUBEN, 2004; CHENG *et al.*, 2007; CHAMINADE *et al.*, 2008). Assim, a natureza está servindo como fonte de inspiração para a computação, robótica, e inversamente, os resultados obtidos têm contribuído para o melhor entendimento da biologia, sendo que estes estudos são definidos como bio-inspirados.

No entanto, até o momento, muitas características cognitivas do cérebro humano ou de animais ainda não puderam ser reproduzidas por meio de máquinas e suas linguagens matemáticas, devido à alta complexidade desta rede biológica existente no cérebro, além de variáveis ainda não conhecidas e necessidade de maiores avanços na tecnologia a ser empregada (KOCH & LAURENT, 1999; BASAR & GUNTEKIN, 2007). Desta forma, o estudo e a compreensão do sistema nervoso permanecem sendo um dos maiores desafios da ciência, devido a sua alta complexidade e plasticidade (KOCH & LAURENT, 1999).

4.5. Neuroengenharia e aplicações na medicina

Alguns trabalhos recentes vêm utilizando como animais modelos os primatas, em alguns estudos os grandes símios, no estudo da neuroengenharia, na compreensão do sistema nervoso e no desenvolvimento de interfaces cérebro-máquina para implementação de mecanismos robóticos. Esses trabalhos estão focados em uma aplicação médica, comportamental e tecnológica.

O uso de primatas não humanos como animal experimental melhora a obtenção de dados e posterior uso da metodologia na medicina, devido à proximidade destes animais a filogenia da espécie (PERRETA, 2009). O sistema nervoso desses animais é bastante semelhante na anatomia e funcionalidade em relação ao sistema nervoso humano, permitindo compreender o funcionamento e desenvolver metodologias e tratamento para diversas doenças (PERRETA, 2009).

O estudo na medicina com a utilização das interfaces cérebro-máquina em primatas, está voltado a compreensão de doenças, como Alzheimer e Parkinson, além de procurar

permitir a reabilitação de pessoas tetraplégicas, paraplégicas e deficientes físicos, possibilitando estes indivíduos o retorno a atividade e deslocamento por meio de membros artificiais. Na medida que procura se compreender e desenvolver dispositivos na área médica citada anteriormente, diversos processos e mecanismos do comportamento da espécie, e respostas neurais acabam sendo compreendidos nesses estudos, assim auxiliando também na elucidação de processos etológicos e neurofisiológicos das espécies. E por fim, estes estudos auxiliam na melhora e no desenvolvimento de novas tecnologias na eletrofisiologia e bio-robótica por meio da interface cérebro-máquina (BMI).

O início desses trabalhos ocorreu com a demonstração por Chapin (1999) do controle de um braço mecânico por meio de eletrodos inseridos no córtex motor de rato, e a partir desse trabalho houve um grande crescimento no desenvolvimento da pesquisa com BMI principalmente utilizado animais mais complexos como os primatas. As metodologias nesses estudos envolvem a inserção de eletrodos em diferentes porções do córtex cerebral do indivíduo em estudo, e a partir desse momento, começa-se registrar a atividade de populações neurais próximas aos eletrodos inseridos. Desta forma, obtêm-se informações da atividade neural e ao mesmo tempo pode-se utilizar esta atividade para gerar respostas em membros artificiais e dispositivos tecnológicos associados a interface cérebro máquina. Além disso, com a aquisição de dados da atividade neural pode-se compreender melhor as respostas a estímulos do ambiente e assim facilitar a compreensão do comportamento da espécie (LEBEDEV & NICOLELIS, 2006).

Assim, graças ao desenvolvimento dessa área envolvendo as BMI, diversas metodologias e equipamentos estão permitindo a captação de atividades neurais de populações neurais maiores e assim, facilitar os trabalhos da cognição em animais, desde os mais simples até os mais complexos, como os primatas (LEBEDEV & NICOLELIS, 2006).

Na Figura 9, podem-se observar as diferentes BMIs e as diferentes formas de obtenção da atividade neural, invasivas ou não, e na figura 10, um esquema mostrando as novas tecnologias e metodologias com interfaces cérebro-máquina com aplicação na medicina. Estas metodologias podem ser empregadas em diferentes estudos no teste de hipóteses e ser aplicados em diferentes áreas do conhecimento.

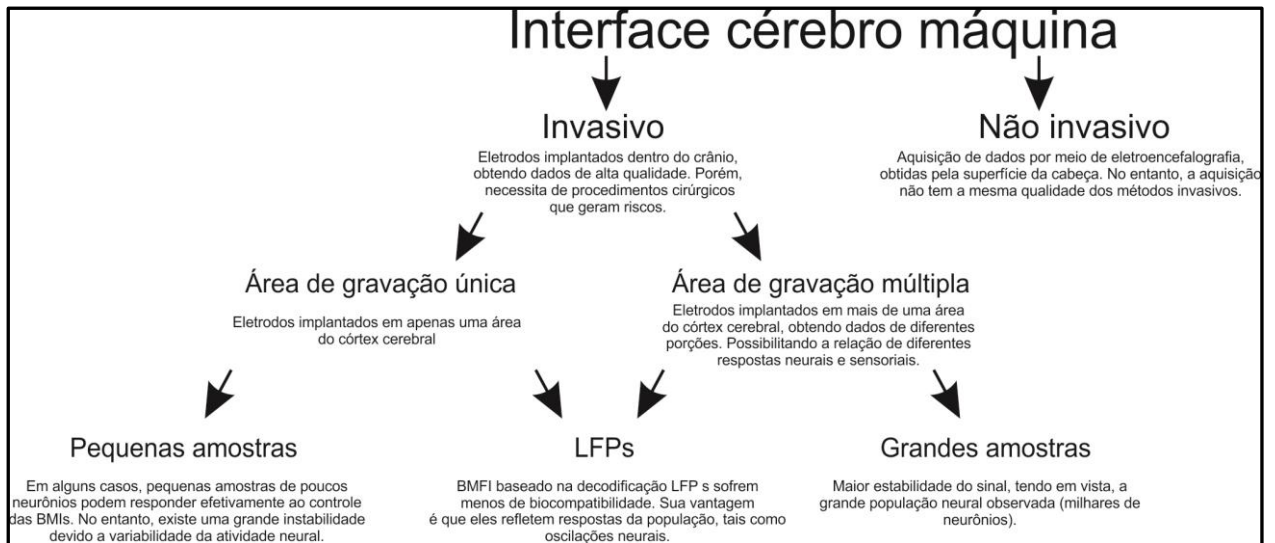


Figura 9. Esquema mostrando metodologias de aquisição de dados neurofisiológicos durante atividades neurais. Adaptado de Lebedev & Nicolelis (2006).

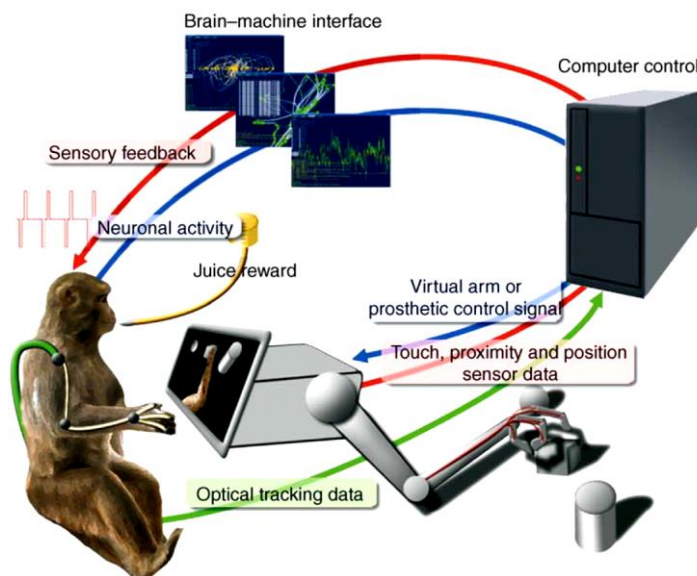


Figura 10. Esquema mostrando as novas metodologias de controle de membros artificiais por meio de dados neurofisiológicos durante atividades neurais. Fonte: Lebedev & Nicolelis (2006).

Um exemplo de aplicação dessa metodologia em uma abordagem comportamental em primatas não humanos é o estudo da atividade neural na compreensão e percepção da cognição social associada ao deslocamento, movimentos faciais e reconhecimento visual do indivíduo co-específico e a aplicação dos resultados no comportamento humano, como o trabalho realizado por Puce & Perret (2003). Nesse trabalho é feita uma avaliação da percepção de movimentos da face, deslocamento em animais e humanos, por meio de metodologias de eletrofisiologia e imagens de atividade neural não invasivas, procurando

definir os principais estímulos que agem sobre a percepção e reconhecimento de co-específicos (PUCE & PERRET, 2003).

Diversos outros trabalhos vêm sendo realizados com estas metodologias e objetivos, porém principalmente com primatas da Parvordem Platyrrhini, Família Cebidae, ou seja, os macacos do novo mundo. Devido a facilidade em manipular e obter registros invasivos confiáveis. Trabalhos com grandes símios foram realizados a mais de 40 durante estudos aeroespaciais em chimpanzés durante momentos de descompressão da cabine.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A etologia, como ramo da ciência que estuda o comportamento animal, é responsável por todos e quaisquer grupos de animais, dos menos aos mais derivados na escala evolutiva. No caso dos grandes símios há um fascínio especial por se tratar de parentes tão próximos aos próprios estudantes e pesquisadores. Há uma curiosidade natural em buscar as raízes do próprio comportamento, analisando os grupos mais próximos na escala evolutiva.

Não é necessário buscar na literatura para perceber o quanto de semelhança existe entre os grupos de grandes símios e os humanos. Ao fazer uma breve análise de documentários da televisão e vídeos da internet fica claro que os comportamentos deles tem o mesmo ‘start’ dos comportamentos dos símios humanos. Isso pode ser observado em disputas territoriais e por alimento, momentos lúdicos entre os jovens (Figura 11), comportamentos sexuais não restritos à reprodução, ensinamentos de progenitores para prole.



Figura 11. Chimpanzés em atividade lúdica – ‘playface’. (WAAL, 2007)

Embora haja semelhanças em tantos aspectos, como no estabelecimento de sociedades com hierarquia definida, cuidados com a prole e preocupação em passar conhecimento aos descendentes, experimentos não conseguem concluir um nível de construção de cultura propriamente dita. Há um abismo entre a cognição dos seres humanos e dos grandes símios que não consegue ser explicado através dos experimentos.

Além da parte comportamental, a tecnologia dos dias atuais permite comparar os sistemas nervosos dos símios, humanos ou não, e concluir quão semelhantes eles são. Tão

semelhantes a ponto de utilizar chimpanzés para estudos envolvendo membros artificiais, como descritos anteriormente. Em contrapartida, os grandes símios não conseguem estabelecer a cultura propriamente dita, embora transmitam tradições entre si.

Não é possível simplesmente atribuir motivos para essas diferenças cruciais entre humanos e grandes símios, mas é possível supor que o déficit na maneira com que eles se comunicam seja o responsável. É incontestável que a fala, e posterior criação de linguagem, proporcionaram condições favoráveis ao desenvolvimento comportamental dos seres humanos. A linguagem, inclusive, foi possivelmente a primeira forma de cultura propriamente dita a ser transmitida pelos nossos ancestrais. Até então, existiam as tradições tais quais as que observamos hoje nos demais primatas, a exemplo de utilização de objetos encontrados na própria natureza – “Idade da pedra lascada” / “Idade da pedra polida”.

Nos trabalhos foi possível perceber que há uma parcela dos grandes símios, principalmente dos chimpanzés, que possuem um rol de tradições considerável, enquanto outra parte deles não apresenta comportamentos nesse sentido, pelo menos em ambiente selvagem. Quanto a isso, também é perceptível que os grandes símios possuem sim a grande capacidade de aprendizado e criação de tradições, porém precisam, muitas vezes, de estímulos para tanto. É o que costuma acontecer nos experimentos em cativeiro, nos quais eles realizam as atividades propostas de modo tão satisfatório quanto os seres humanos testados.

REFERÊNCIAS

- ALCOCK, J. *Comportment Animal: uma abordagem evolutiva*. 9ª ed. Artmed, 2011.
- BARRETT, L; DUNBAR, R; LYCETT, J (2002) *Human Evolutionary Psychology*. Princeton University Press.
- BAŞAR, E. & GÜNTEKIN, B. A breakthrough in neuroscience needs a “Nebulous Cartesian System”: Oscillations, quantum dynamics and chaos in the brain and vegetative system. *International Journal of Psychophysiology* 64: 108–122, 2007
- BECK, B.B., *Animal tool behavior: The use and manufacture of tools by animals*. New York: Garland, 1980.
- BOECH, C., *Three approaches for assessing chimpanzee culture*. 1996.
- BOECH, C. & BOECH, H., *Tool use and tool making in wild chimpanzees*. *Folia primatol.* 54: 86-99, 1990.
- BRANDÃO, M.L. *As bases biológicas do comportamento. Introdução à Neurociência*. INeP.
- BRUNEL, N.; MEUNIER, C.; FREGNAC, Y. & NADAL, J P. Neuroscience and computation. *Journal of Physiology - Paris* 97, 387–390, 2003.
- BRUNEL, N.; MEUNIER, C.; FREGNAC, Y. & NADAL, J P. Neuroscience and computation. *Journal of Physiology - Paris* 97, 387–390, 2003.
- BYRNE, R. *The thinking ape: Evolutionary Origins of Intelligence*. Oxford: Oxf. Univ. Press, 1995.
- BYRNE, R. & WHITEN, A. (1997) – Machiavellian intelligence. In BYRNE, R. & WHITEN, A. (Eds.) *Machiavellian Intelligence II: extensions and evaluations*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, p. 1-23.
- CANGELOSI, A. & PARIS, D. The processing of verbs and nouns in neural networks: Insights from synthetic brain imaging. *Brain and Language*: 89, 401–408, 2004.

- CAYRE, M., MALATERRE, J. SCOTTO-LOMASSESE, S., STRAMBI, C. & STRAMBI, A. The common properties of neurogenesis in the adult brain: from invertebrates to vertebrates. *Comparative Biochemistry and Physiology*: 132, p.1-15, 2002.
- CHAMINADE, T.; OZTOP, E.; CHENG, G.; KAWATO, M.K. From self-observation to imitation: Visuomotor association on a robotic hand. *Brain Research Bulletin* 75 775–784, 2008.
- CHAMINADE, T.; OZTOP, E.; CHENG, G.; KAWATO, M.K. From self-observation to imitation: Visuomotor association on a robotic hand. *Brain Research Bulletin* 75 775–784, 2008.
- CHAPIN, J.K. et al. (1999) Real-time control of a robot arm using simultaneously recorded neurons in the motor cortex. **Nat. Neurosci.** 2, 664–670.
- CHAPIN, J.K. et al. (1999) Real-time control of a robot arm using simultaneously recorded neurons in the motor cortex. *Nat. Neurosci.* 2, 664–670.
- CHENG, G.; HYON, S.H.; MRIMOTO, J.; UDE, A.; HALE, J.G.; COLVIN, G.; SCROGGIN, W.; JACOBSEN, S. CB: a humanoid research platform for exploring neuroscience. *Advanced Robotics*, Volume 21, Number 10, pp. 1097-1114(18), 2007.
- CHENG, G.; HYON, S.H.; MRIMOTO, J.; UDE, A.; HALE, J.G.; COLVIN, G.; SCROGGIN, W.; JACOBSEN, S. CB: a humanoid research platform for exploring neuroscience. *Advanced Robotics*, Volume 21, Number 10, pp. 1097-1114(18), 2007.
- CUMMINGS, MARK; CAROLYN ZAHN-WAXLER AND RONALD IANNOTTI (1991). *Altruism and aggression: biological and social origins*. Cambridge University Press. p. 7. ISBN 978-0-521-42367-0.
- DAVIES, NICHOLAS B., KREBS, JOHN R., AND WEST, STUART A. *An Introduction to Behavioral Ecology*, 4th ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.
- DE CASTRO, L. N. & TIMMIS, J. I. *Artificial Immune Systems: A New Computational Intelligence Approach*, Springer-Verlag, London, September, 357 p., 2002.
- DE CASTRO, L. N. & VON ZUBEN, F. J. *Recent Developments in Biologically Inspired Computing*. Publicado por Idea Group Pub., 439 p., 2004.

- De WAAL, F., LANTING, F., Bonobo. The Forgotten ape. University of California Press (1997)
- DUBNAR, R.I.M., The Social role of touch in human and primates: Behavioural function and neurobiological mechanisms. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews** 34 (2010) 260-268
- DUNBAR, R. I. M. (1993) – Coevolution of neocortical size, group size and language in humans. *Behavioral and Brain Sciences*, 16: 681-735.
- ECCLES, J. C. – Evolution of the Brain: Creation of the Self. Routledge, London, 1995.
- FOX, E.A., SITOMPUL, AF; van SCHAIK, C.P. Intelligence tool use in wild Sumatran orangutans. Cambridge Univ. Press. 1998
- G Perretta. Non-Human Primate Models in Neuroscience Research. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.* 2009 Vol. 36 No. 1
- GALEF, B. G., Jr. (1992). The question of animal culture. **Human Nature**, 3, 157–178
- GOODALL, J. The Chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior. Cambridge, Harvard Univ. Press, 1986.
- GROSSBERG, S., GOVINDARAJAN, K. K., WYSE, L. L. & COHEN, M. A. Artstream: a neural network model of auditory scene analysis and source segregation. *Neural Networks*: 17, p.511–536, 2004.
- HAGGERTY, M.E., (1909). Imitation in monkeys. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 19: 337-455
- HOPPITT, W.J., G.R. BROWN, R. KENDAL, L. RENDELL, A. THORNTON, M,M, WEBSTER, AND K,N, LALAND, (2008). Lessons from animal teaching. *Trends in Ecology & Evolution*, 23: 486-93.
- HORNER, V. & WHITEN, A. Causal knowledge and imitation/emulation switching in chimpanzees (*Pan troglodytes*) and children. **Anim. Cogn.** 8, 164–181 (2005). Apud WHITEN ,A. The second inheritance system of chimpanzees and humans, **Nature**, 2005, Vol 437

<http://arquivom.wordpress.com/2008/10/20/orangotangos/> Visitado em 10/05/2014.

HUFFMAN et al., Culture monkeys, social learning cast in stones. *Current Directions in Psychological Science*

HUSSON, S.J., WICH, S.A., MARSHALL, A.J., DENNIS, R.D., ANCRENAZ, M., SIMORANGKIR, T. & SINGLETON, I. Orangutan distribution, density, abundance and impacts of disturbance, 2009.

KANDEL, E R; SCHWARTZ, J H & JESSELL, T M. Principles of neural science. Publicado por McGraw-Hill Professional, 1568 páginas, 2000.

KIM, S. P., SANCHEZ, J. C., ERDOGMUS, D., RAO, Y. N., WESSBERG, J., PRINCIPE, J. C. & NICOLELIS, M. Divide-and-conquer approach for brain machine interfaces: nonlinear mixture of competitive linear models. *Neural Networks*: 16, 865–871, 2003.

KOCH C. & LAURENT G. Complexity and the nervous system. *Science*, 284:96-98, 1999.

LEBEDEV M.A., & NICOLELIS M.A. Brain-machine interfaces: past, present and future. **Trends Neurosci.** 2006 Sep;29(9):536-46. Epub 2006 Jul 21.

LEFEBVRE, L. Culturally-transmitted feeding behavior in primates: evidence for accelerating learning rates. *Primates* 36:227-39, 1995.

LEHNER, S. R., BURKART, J. M. & van SCHAIK, C. P. 2011. Can captive orangutans (*Pongo pygmaeus abelii*) be coaxed into cumulative build-up of techniques? **Journal of Comparative Psychology**, 125, 446-455.

LENT, R. Cem Bilhões de Neurônios: Conceitos Fundamentais de Neurociência. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, v. 1. 698 p, 2005.

MANRIQUE, H.M.; VÖLTER, C.J.; CALL, J. *Animal Behaviour* 85 (2013) 195-202.

MARTIN, R. D. (1990) – *Primates Origin and Evolution*. Chapman & Hall, London.

MCCULLOUGH, M. *Beyond Revenge: The Evolution of the Forgiveness Instinct*, ISBN-10: 078797756X, 2008.

- McGREW, W.C. Tool use by wild chimpanzees in feeding upon driver ants. *J. Hum. Evol.* 3:501-8, 1974.
- McGREW, W.C. Chimpanzee Material Culture: Implications for Human Evolution. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 1992.
- McGREW, W.C., Culture in Nonhuman Primates? **Annu. Rev. Anthropology**, 1998. 27: 301-28.
- McGUIGAN, N., WHITEN, A., FLYNN, E. & HOMER, V. 2007 Imitation of causally-opaque versus causally-transparent tool use by 3- and 5-year-old children. **Cogn. Dev.** 22, 353–364.
- NICOLELIS M.A.L. The amazing adventures of robotrat. *Trends in Cognitive Sciences*, Volume 6, Number 11, 1 November, pp. 449-450(2), 2002.
- NICOLELIS, M., Muito além do nosso eu. **Companhia das Letras**, 2011. (selecionar páginas. Cap. 9, 319-358;
- NICOLELIS, M.A., RIBEIRO, S. Multielectrode recordings: the next steps. *Curr Opin Neurobiol.* Oct;12(5):602-6, 2002.
- OZTOPA,E.; IMAMIZUB, H.; CHENGA, G.; KAWATO, M. A computational model of anterior intraparietal (aip) neurons. *neurocomputing* 69: 1354–1361, 2006.
- <http://www.economist.com/node/16422404>, Edição jun/2010, OSF, 2010. Visitado em 10/05/2014.
- <http://tacugama.wildlifedirect.org/2011/11/30/expression-of-a-mothers-love/>, 2012 visitado em 10/05/2014.
- PERRETTA, G. Non-Human Primate Models in Neuroscience Research. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.* 2009 Vol. 36 No. 1. 2009.
- PUCE, A & PERRETT, D. Electrophysiology and brain imaging of biological motion. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 2003 358, doi: 10.1098/rstb.2002.1221, 2003.

- PURVES, D; AUGUSTINE, G J; FITZPATRICK, D; HALL, W C; LAMANTIA, A S; MCNAMARA, J O & S. WILLIAMS, M. Neuroscience. Third editor, Hardcover: Sinauer Associates, p. 832, 2004.
- RAPCHAN, E.S., Chimpanzés possuem cultura? Questões para a antropologia sobre um tema “bom pra pensar”. **Revista de Antropologia**, São Paulo, USP, 2005, v.48, nº1.
- REDMOND, I., GOODALL, J., Primates of the World. New Holland, 2010.
- RENDELL, L. AND WHITEHEAD, H. (2001). Culture in whales and dolphins. Behavioral and Brain Sciences. 24: 309-24.
- RESENDE, B. D., Influência social na solução de problemas: uma revisão a partir da psicologia comparada., **Temas em Psicologia** – 2010, Vol. 18, nº2, 481-490.
- RILEY, J.; GREGGERS, U.; SMITH, A.; REYNOLDS, D.; MENZEL, R. (2005) "The flight paths of honeybees recruited by the waggle dance". Nature, 435 (7039): 205–207. Bibcode:2005Natur.435..205R. doi:10.1038/nature03526.
- RILEY, J.; GREGGERS, U.; SMITH, A.; REYNOLDS, D.; MENZEL, R. (2005) "The flight paths of honeybees recruited by the waggle dance". Nature, 435 (7039): 205–207. Bibcode:2005Natur.435..205R. doi:10.1038/nature03526.
- RIND, F. C. Bioinspired Sensors: From Insect Eyes to Robot Vision. Editado: CHRISTENSEN, T. A. Methods in Insect Sensory Neuroscience. Publicado por CRC Press, p. 422, 2004.
- RUVOLO, M., DISOTELL, T.R., ALLARD, M.W., BROWN, W.M. & HONEYCUTT, R.L. Resolution of the African hominoid trichotomy by use of a mitochondrial gene sequence. Proc. Nac. Acad. 1991.
- SIBLEY, R.M. (1983) “Optimal group size is unstable”. Animal Behavior, 31: 947-948.
- Site [http:// www.saudeanimal.com.br/orango.htm](http://www.saudeanimal.com.br/orango.htm) Lucia Helena Salvetti De Cicco - Diretora de conteúdo e Editora Chefe – Site visitado em 10/05/2014.
- SNPRC - Southwest National Primate Research psychological well-being of its nonhuman primates, 2011.

- SPENCE, K.W. (1937). Experimental studies of learning and higher mental processes in infra-human primates. *Psychological Bulletin*, 34: 806-850.
- STANFORD, C.B., The Social Behavior of Chimpanzees and Bonobos. Empirical Evidence and Shifting Assumptions. **Current Anthropology**, Volume 39, Number 4, August-October 1998
- STRIER, K.B. Primate Behavioral Ecology. 2007
- STEPHENS L.M., HARTMAN J.L., LEWIS, O.F., KOESTLER, A.G. & RHODES, J.M. Electrophysiology of chimpanzees dug rapid decompression. **Aerosp Med.** 1967 Jul;38(7):694-8.
- SWINDLER, D.R., Introduction to the primates. 1a ed. Washington: University of Washington Press, 1998.
- TINBERGEN, Niko 1953 The Herring Gull's World - London, Collins.
- TOMASELLO, M., DAVIS-DASILVA, M., CAMAK, L., BARD, K., Observational learning of tool-use by Young chimpanzees. *Hum. Evol.* 2:175-83, 1987.
- TOMASELLO, M. Do apes ape? In C. M. Heyes & B.G. Galef (Eds.), **Social learning in animals: The roots of culture**. London: Academic Press 1996.
- TURNBAUSH, W.A., JURMAIN, R., NELSON, H., KILGORE, L. Understanding Physical Anthropology & Archeology. 8ª edição (2002).
- vanSCHAİK, C.P., DEANER, R.O., MERRIL, M.Y. The conditions for tool use in primates: implications for the evolution of material culture. **Journal of Human Evolution** (1999) 36, 719-741.
- VERBEEK, PETER. (2008) "Peace Ethology." *Behaviour* 145, 1497-1524.
- WAAL, F & WAAL F. The Ape and the Sushi Master: Cultural Reflections by a Primatologist. Basic Books, 2001.
- WAAL, F. Chimpanzee politics: power and sex among apes. Maryland: Johns Hopkins University Press, 2007.

- WAAL, F.B.M. Bonobo: the forgotten ape. London: University of California Press, Ltd. 1997.
- WHITEN, A., & CUSTANCE, D.M. Studies of imitation in chimpanzees and children. In C. M Heyes, & B.G Galef, Jr. (Eds.), **Social learning in animals: The roots of culture** (pp. 291–318). London: Academic Press.
- WHITEN, A., & HAM, R. (1992). On the nature and evolution of imitation in the animal kingdom: reappraisal of a century of research. In P. J. B. Slater, J. S. Rosenblatt, C. Beer, & M. Milinski (Eds.), **Advances in the study of behavior** (pp. 239–283). San Diego: Academic Press.
- WHITEN, A. The second inheritance system of chimpanzees and humans. *Nature*, Vol. 437, 2005.
- WHITEN, A., McGUIGAN, N., MARSHALL-PESCINI, S. & HOPPER, L. M. Emulation, imitation, over-imitation and the scope of culture for child and chimpanzee – **Phil. Trans. R. Soc. B** (2009) pp. 2417-2428.
- WHITEN, A., Primate culture and social learning. **Cognitive Science**, Volume 24 (3), 2000, pp. 477-508.
- WICH, S.A., ATMOKO, S.S.U., SETIA, T.M., SCHAİK, C.P, Orangutans. Geographic variation in behavioral ecology and conservation. Oxford, 2009.
- WILSON, EDWARD O. (2000). Sociobiology: the new synthesis. Harvard University Press. p. 170. ISBN 978-0-674-00089-6.
- WRANGHAM, R.W., McGREW, W.C., WAAL, F.B.M., HELTNE, P.G. Chimpanzee Culture. Harvard University Press. 1994.

Rio Claro, 07 de julho de 2014.

Ana Paula Oliveira Salvador
Orientada

Dra. Sulene Noriko Shima
Orientadora

Dr. Guilherme Gomes
Co-orientador