



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

Modelagem da resposta de arrastar um cursor numa tela sensível ao toque em macacos-
prego (*Sapajus* spp.)

Igor Dias Serique

Belém-PA

2016



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

Modelagem da resposta de arrastar um cursor numa tela sensível ao toque em macacos-
prego (*Sapajus* spp.)¹

Igor Dias Serique²

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Neurociências e Comportamento como
parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Olavo de Faria Galvão

Co-Orientador: Prof. Dr. Dionne Cavalcante Monteiro

Belém-PA

2016

1 Pesquisa Apoiada pelo MCT no âmbito do Edital 15/2008, com auxílio do CNPq

2 O autor é Fisioterapeuta, Crefito12- 112638-F.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UFPA, Belém-PA

Serique, Igor Dias,

Modelagem da resposta de arrastar um cursor numa tela sensível ao toque em macacos-prego (*Sapajus* spp.) / Igor Dias Serique; Orientador, Olavo de Faria Galvão. — 2016

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, Belém, 2016.

1. Testes de inteligência. 2. Animais - Comportamento. 3. Psicologia experimental. 4. Sapajus spp. I. Título.

CDD - 23. ed. 153.93

DADOS DA DEFESA E BANCA

Título: Modelagem da resposta de arrastar um cursor numa tela sensível ao toque em macacos-prego (*Sapajus* spp.)

Candidato: Igor Dias Serique

Data da defesa: 07/11/2016

Resultado: APROVADA

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Olavo de Faria Galvão (UFPA), Orientador

Prof. Dr. Dionne Cavalcante Monteiro (UFPA), Co-orientador

Prof^a. Dr^a. Ana Leda de Faria Brino, Membro

Prof^a. Dr^a Laura Maria Tomazi Neves, Membro

“Não podemos ser indecisos diante da possibilidade de oferecermos o melhor de nossas
vidas para Deus.”

(Santa Teresinha do Menino Jesus)

Agradecimentos

Minha gratidão e louvor eternos a Deus, primeiro porque Ele merece por ser quem É. Depois por sua Bondade e infinito Amor por mim, por dar sentido à minha vida, razão à minha existência, sem Ele nada disso teria sido feito. Agradeço de maneira especial pelo Amor maternal da Virgem Maria na minha caminhada, sem Ela eu facilmente desistiria ou estaria num caminho equivocados. Ao meu anjo da guarda e a todos os santos que não cessam de interceder por mim e pelos meus.

Agradeço aos meus pais por me darem o maior de todos os ensinamentos, o do Amor e o da Fé, eles são os responsáveis por qualquer traço positivo, se existir, no meu caráter. Ensinam-me muito mais do que com palavras, mas com gestos cotidianos; o amor que eles têm por mim me torna uma pessoa melhor a cada dia. Agradeço aos meus irmãos Leonardo e Gabriel e a minha irmã Juliane porque também me amam de maneira imensurável, cada um é responsável por uma parte de quem sou hoje, e juntos me mostram a maravilha que é ser família.

Quero agradecer a todos os meus amigos, sem exceção, eles bem sabem quem são e o quanto são importantes para mim. Mas de maneira especial à Hívina Silva e ao Rodrigo Nasser por nunca terem deixado de me incentivar a fazer um mestrado, eles foram os responsáveis por eu ter me inscrito na prova de seleção e ainda hoje acreditam muito mais em mim do que eu mesmo, obrigado porque vocês não olham para quem eu sou hoje, mas para o melhor que eu posso ser um dia.

Agradeço muito ao meu Orientador, o Prof. Dr. Olavo de Faria Galvão, que aceitou o desafio de me orientar e com toda a paciência e sabedoria que lhe são próprias soube conduzir essa pesquisa da melhor maneira possível. É o principal responsável pelas ideias e frutos que este estudo pode gerar para toda a ciência comportamental e do movimento.

Obrigado ao Prof. Dr. Dionne Cavalcante Monteiro por aceitar co-orientar o trabalho e a Fernando Jardel dos Santos por toda a ajuda com o desenvolvimento do software e a elaboração dos gráficos.

Agradeço a todos os meus professores, em especial à Prof. Ana Leda e ao Prof. Paulo Goulart que deram grandes contribuições com suas observações sobre a pesquisa; e aos colegas de mestrado por todo o apoio e a amizade construída nesses anos, em especial à Tamyres Leal por todo o auxílio com os testes; é uma pessoa incrível e sempre disposta a ajudar. Ao Bruno Ribeiro, Maelly Larissa e Raquel Lima pela

amizade e por estarem sempre dispostos a colaborar na pesquisa também. Ao Didi, tratador dos animais da escola, incansável em ajudar nos testes.

Quero agradecer também à Carol Alves e à Paola Cardias Soares por toda disponibilidade em ajudar e pelas sugestões muito importantes para o desenvolvimento da pesquisa.

Por fim, mas não menos importante, minha gratidão a toda minha querida comunidade ACAS (Associação Católica Adoremos O Senhor) por me ensinar o que realmente significa “Amar”; e por me dar a certeza de que O Melhor ainda está por vir.

Que Deus os abençoe imensamente,

Igor Dias Serique

Sumário

	Página
Resumo	ix
Abstract	x
Lista de tabelas	xi
Lista de figuras	xii
Introdução	13
Método	25
Resultados	30
Discussão	36
Considerações finais	40
Referências	41
Anexo 1	45

Serique, I. D. (2016). Modelagem da resposta de arrastar um cursor numa tela sensível ao toque em macacos-prego (*Sapajus* spp.). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará, Belém.

Resumo

Nos animais longevos ocorre grande desenvolvimento motor ao longo da vida, e os movimentos finos são importantes na adaptação ao ambiente. Os movimentos melhoram com a prática de antecipar obstáculos e corrigi-los conforme os resultados. Com as novas tecnologias de informática interativa, o uso da tela sensível ao toque passou a requerer diversos movimentos para executar tarefas que exigem compreensão dos estímulos visualizados. A habilidade manual e o uso de ferramentas por macacos-prego já foram descritas, indicando que além do toque na tela, resposta usada no modelo atual de estudos do potencial simbólico, o macaco-prego seria capaz, por exemplo, de aprender a arrastar um estímulo na tela entre dois pontos definidos, permitindo ampliar o modelo de estudos do potencial simbólico. Este estudo é uma experiência original de ensinar macacos-prego a arrastar estímulos até um alvo, que corresponde a um primeiro passo para estudos posteriores de discriminação entre alvos e pistas falsas. Usando-se quatro macacos-prego do gênero *Sapajus* spp. foi feita a modelagem, com reforçamento diferencial por aproximações sucessivas da resposta de arrastar, em uma *touchscreen*, um estímulo apresentado no centro da tela até uma barreira circular em torno dele, cuja distância aumentava gradualmente. Os sujeitos adquiriram a resposta. Demonstrou-se que podemos usar a resposta de arrastar, aumentando o escopo das pesquisas sobre cognição e potencial simbólico do macaco-prego com tarefas que envolvem arrastar estímulos para alvos, ensinar novos repertórios relacionais e testar relações emergentes.

Palavras-chave: movimentos finos, *Sapajus* spp., tela sensível.

Serique, I. D. (2016). Shaping of the drag response in a touchscreen in capuchin monkeys macacos-prego (*Sapajus* spp.). Master Thesis. Graduate Program in Neurosciences and Behavior, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará, Belém.

Abstract

Longlived animals have expressive motor development during life time. Fine movements are part of the adaptation to environmental needs. Movements improve with exercise while anticipation of obstacles and movement corrections are learned as a function of results obtained. With the new interactive computer technologies, the use of the touchscreen now requires a number of movements to accomplish tasks that involve the understanding of the stimulus presented and the relations among them. Studies on the manual skill and the use of tools in capuchin monkeys indicate that besides the touch the capuchin monkey would be able, for example, to "drag" stimuli between two conspicuous points on the screen after shaping of this response. This study is an original experience of teaching capuchins to drag stimuli to a target, a first step for later studies including targets and decoys. Four capuchins served as subjects (genera *Sapajus* spp.) of this study that aimed to verify whether capuchin monkeys would learn to drag stimuli on a "touchscreen". After the shapping of the response by differential reinforcement the subjects were trained to drag a circle presented in the center of the screen until reaching a gradually larger circle around it. Results showed that the drag response, including simple and conditional "drag to a target" can be used with these subjects, and will possibly allow a new generation of research on cognition and symbolic potential, allowing to teach new stimulus relations repertoires and emergent relations tests.

Keywords: fine movements, *Sapajus* spp., touchscreen

Lista de tabelas

Tabela 1- Número de tentativas realizadas com sucesso para cada sujeito do estudo.

Lista de figuras

Figura 1. Câmara experimental (gaiola de testes) com a tela sensível ao toque acoplada.

Figura 2. Detalhe da câmara experimental mostrando a tela sensível ao toque com os estímulos do *software* “Arrasta” no segundo estágio, de 4 cm de raio do círculo circundante.

Figura 3. Câmara experimental com um dos sujeitos arrastando o círculo branco na tela sensível ao toque.

Figura 4. Posição dos pontos de interceptação do estímulo central com o círculo externo em cada tentativa. Cada painel representa os dados de cada uma das 5 sessões de Drácula.

Figura 5. Posição dos pontos de interceptação do estímulo central com o círculo externo em cada tentativa. Cada painel representa os dados de cada uma das 5 sessões de Smeagol.

Os animais estão em constante relação com o ambiente, e através de seus sistemas sensoriais percebem e interagem com o meio em que vivem. Seu sistema nervoso se modifica constantemente, principalmente diminuindo a variabilidade das reações para *inputs* similares e repetidos de um ambiente que é a um tempo variável e altamente consistente. A adaptabilidade dos animais envolveu a evolução de sistemas aferentes (sensoriais) e eferentes (motores, glandulares) que, em diferentes espécies, possuem diferentes graus de adaptabilidade durante a ontogênese. No sistema nervoso, especificamente no córtex, foram identificados pontos que correspondem diretamente a cada ponto do corpo, o que levou à afirmação de que interagimos com o ambiente através de representações internas de nossos próprios corpos e do ambiente a nossa volta. Informações visuais, auditivas e proprioceptivas são extremamente importantes desde o planejamento até a finalização da execução do movimento. A ação voluntária só é possível porque algumas regiões do cérebro recebem estimulação de uma contínua corrente de informações sensoriais (Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum & Hudspeth 2013; Macuga & Frey, 2014).

De acordo com uma visão que podemos considerar sistêmica e funcional, o fluxo de aferências, ativações neuronais que vão do sistema nervoso periférico para o central, é múltiplo, e do conjunto de aferências sincrônicas resultam as eferências, ativações neuronais que fazem o caminho inverso das aferências, ou seja, do sistema nervoso central para o periférico, e, em última instância, os movimentos e atividades dos órgãos. *Inputs* sensoriais químicos, eletromagnéticos (calor, luz visível), vibrações (infrasonoras e sonoras), contato (textura, pressão), e proprioceptivos, dão início a reações, ao planejamento e a execução dos movimentos. A passagem de aferências sensoriais para eferências motoras envolve certas regiões do cérebro, por isso alguns pesquisadores dizem que essas regiões controlam o movimento via acesso à corrente

contínua de informação sensorial do cérebro. Portanto, a decisão de executar um determinado movimento em detrimento de outro depende da interação entre os sistemas sensoriais e motores, interação essa que se desenvolveu na história da espécie. As informações sensoriais dos músculos, das articulações e da pele, por exemplo, são essenciais para regular o movimento; sem essa aferência somatossensória, os movimentos em geral tendem a ser imprecisos (Kandel et al., 2013; Lent, 2010).

De acordo com Lent (2010), o sistema motor opera com basicamente quatro elementos: os efetadores, responsáveis por realizar os movimentos; os ordenadores, responsáveis por comandar os efetadores; os controladores, dos quais depende a execução correta dos comandos motores e os planejadores, responsáveis pelas sequências de comandos que produzem os movimentos voluntários complexos. Portanto a produção do movimento, de acordo com esse autor, acontece em três etapas distintas e inter-relacionadas: o planejamento, a coordenação e a execução. Diferente dos sistemas sensoriais, que transformam energia física em sinais neurais, o sistema motor produz movimento pela tradução de sinais neurais em força muscular contrátil.

Kandel et al. (2013) classifica os movimentos em reflexos, rítmicos e voluntários. Os movimentos reflexos e rítmicos são produzidos por padrões estereotipados de contração muscular; já os movimentos voluntários são direcionados a objetivos específicos e aperfeiçoados com o treino durante a ontogênese por mecanismos de *feedback* (retro-alimentação) e *feedforward* (ântero-alimentação).

Os movimentos voluntários melhoram com a prática à medida que se aprende a prevê-los e corrigi-los dependendo dos obstáculos que o ambiente impõe. O sistema nervoso adapta-se diante dessas perturbações externas de duas formas: por meio de um sistema de *feedback*, no qual através de sinais sensoriais o membro em movimento recebe informações para que haja um controle momento a momento; e através de um

sistema antecipatório chamado de *feedforward*, onde o mesmo sentido, ou sentidos diferentes, detectam perturbações iminentes e iniciam estratégias corretivas baseadas em experiências. O *feedback* é especialmente importante na manutenção da posição dos nossos membros ou das forças que nós utilizamos para segurar os objetos. Os sinais críticos de *feedback* para a realização dessas tarefas são fornecidos, principalmente, pelos fusos musculares. De maneira um pouco diferente, os sistemas de *feedforward* recebem informações sensoriais que os permite reconhecer de maneira antecipada certas perturbações, eles são muito importantes para os sistemas motores, por exemplo, no controle da postura e do movimento (Macuga & Frey, 2014; Mohapatra, Kukkar & Aruin, 2014; Kandel et. al., 2013).

A experiência, que também podemos chamar de prática, durante a ontogênese, é muito importante no controle de *feedforward*. Pegar uma bola lançada ao ar, por exemplo, é uma resposta de *feedforward* comandada visualmente. Ao usar a informação visual, durante a fase inicial da trajetória da bola, o organismo prediz o seu trajeto, baseado justamente na experiência. Somente após a bola tocar a mão e desloca-la é que começa o mecanismo de *feedback* para ajustar a posição da mão. O número de vezes em que aquela mesma situação ocorreu, ou o pré-conhecimento do peso da bola, são muito importantes para uma execução precisa do movimento (Kandel et al., 2013; Mohapatra et. al., 2014).

A aprendizagem motora pode ser compreendida, de acordo com Torriani-Pasin (2010), como uma série de mudanças, das quais algumas são permanentes, em processos internos que determinam a capacidade de um indivíduo para produzir uma ação motora adaptada ao ambiente. A autora ainda classifica as habilidades motoras segundo diversos critérios, dentre eles a demanda relativa dos elementos motores ou cognitivos que as compõem. Segundo a mesma, as habilidades com predomínio

cognitivo apresentam uma demanda de processamento maior no que diz respeito ao planejamento da ação. O planejamento, por sua vez, se refere a uma ação futura, na qual há a intenção de atingir um objetivo por meio de estratégias selecionadas de maneira adequada para que se alcance a meta. Deve-se ressaltar, porém, que não existem habilidades puramente motoras ou cognitivas, e sim um predomínio de uma característica em relação à outra.

Dentre os modelos propostos para entendermos melhor como se dão os processos subjacentes à habilidade motora em si, citamos o modelo de processamento de informação de Schmidt e Wrisberg (2001). Eles apontam três estágios de processamento: a identificação do estímulo, a seleção da resposta e a programação da resposta. De acordo com esses autores, o estímulo pode ser encontrado no ambiente ou manipulado por um agente e pode se constituir de energia luminosa, sonora, etc; a identificação do estímulo no ambiente é também chamada de percepção. Ainda de acordo com os mesmos autores, a partir da identificação do estímulo pelo sistema sensorial e pela memória, tem-se uma representação da informação ambiental e então o executante passa para a etapa da seleção da resposta, onde ele deverá selecionar a melhor dentre as possíveis respostas àquele estímulo. Assim que a decisão é tomada, o executante passa para a etapa da programação da resposta, que é o estágio que corresponde à ação propriamente dita, onde o sistema muscular recebe informações que produzirão o movimento desejado.

Torriani-Pasin (2010) cita dois modelos com características comuns por tratarem a meta da ação e a programação da ação como processos distintos entre si. Um modelo que propõe que a atividade motora possui três níveis de representação: a meta da ação (nível 1), o programa motor (nível 2) e as unidades motoras básicas (nível 3). E outro modelo que supõe que a execução das habilidades motoras deve abranger a intenção, a

meta de ação e o programa de ação; portanto o sujeito deve selecionar ou formar um programa de ação ao planejar a execução de uma habilidade motora. A seleção ou a elaboração deste programa estaria intimamente ligada à natureza da tarefa e à capacidade do sujeito de solucioná-la.

A lógica de modelos como os de Schmidt e Wrisberg (2001) pode ser classificada como “mereológica”. A mereologia é a operação pela qual se atribui a uma parte de um organismo propriedades inerentes ao organismo inteiro. O linguajar popular lança mão desse recurso frequentemente. Exemplos abundam. “Os meus olhos viram.” É uma frase usada por um indivíduo – que possui olhos - para mencionar que viu. Examinada de perto a afirmação, fica claro que uma parte do corpo – os olhos - não vê. Da mesma forma, a identificação do estímulo pelo sistema sensorial e pela memória confunde a participação das partes do organismo com a atividade do organismo inteiro. O indivíduo identifica estímulos com a participação do sistema sensorial. A ideia de identificação de estímulos pela memória é ainda mais criativa, pois não há uma parte do organismo que se chama memória. Memória é um efeito da experiência no organismo e não cabe atribuir a esse efeito uma propriedade como a de identificar estímulos (Bennett & Hacker, 2003).

De acordo com Muratori e cols (2013), as teorias de controle motor fornecem uma estrutura para orientar a interpretação de como a aprendizagem e a reaprendizagem motora acontecem, e apesar dessas teorias diferirem em alguns pressupostos, atualmente elas incorporam uma visão de um modelo de sistemas para o controle motor. Esse modelo de sistemas sugere que o movimento resulta de múltiplos sistemas trabalhando em conjunto e sincronia para resolver um problema motor. Talvez a vantagem desse modelo seja que ele pode ser capaz de explicar a flexibilidade e adaptabilidade do comportamento motor numa variedade de condições ambientais.

De um ponto de vista evolucionista, poderíamos comentar que ao adotar a postura bípede, o homem pôde ter as mãos livres para explorar o ambiente e fazer uso de ferramentas que permitissem que as atividades impostas pela evolução, como necessárias para sobreviver à seleção natural, fossem realizadas de maneira mais precisa e com maior sucesso quando comparadas com atividades em que não se utilizasse tais ferramentas. Lutar, caçar e fugir, por exemplo, passaram a requerer um domínio manual cada vez mais preponderante, na medida em que o homem ia dominando o ambiente e enfrentando situações em que o uso de ferramentas fazia a diferença entre comer e passar fome, ser bem-sucedido ou não em uma caça, além de outras situações de sobrevivência básica. Junto com a nova habilidade de manusear objetos que poderiam servir como ferramentas, a cognição é também aprimorada na medida em que os movimentos vão se tornando mais precisos e complexos (Deacon, 1997; Gibson, Gibson, & Ingold 1994).

Ao longo da evolução de nossa espécie, os movimentos corporais, em especial os movimentos finos, têm mudado de maneira considerável em adaptação às necessidades impostas pelo ambiente. Se pensarmos nos primeiros tipos de movimentos feitos com as mãos pelo homem pré-histórico, verificaremos diferenças, principalmente quanto à habilidade motora fina, do manuseio de ferramentas rústicas e pinturas rupestres, passando pelo desenvolvimento de inúmeras formas de modificação dos objetos para obter moradia, vestuário, instrumentos, etc, até o nascimento das civilizações, com arquitetura, representação pictórica e escrita, além de inúmeras outras atividades que demandavam controle motor fino. Na atualidade, com as novas tecnologias de informática interativa, o uso dos *tablets* fez com que avançássemos na utilização da tela sensível ao toque e passamos a utilizar diversos movimentos já

presentes no repertório motor fino para executar tarefas com os dedos tocando a tela (Deacon, 1997; Gibson et. al., 1994).

Com esse domínio manual, a linguagem não verbal aprimora-se através de todo tipo de objetos, instrumentos e vestuário, aprimorando também o potencial simbólico do homem, que passa a representar os objetos e as situações vivenciadas em desenhos. Ao longo da hominização, os movimentos manuais finos se tornaram cada vez mais importantes na formação social e cultural do homem. Mesmo antes do surgimento da nossa espécie atual, nossos antepassados passaram a produzir objetos padronizados, a se comunicar simbolicamente e a se organizar socialmente, desenvolvendo formas culturais transmitidas de geração a geração que, com o passar do tempo, foram determinantes no domínio territorial e sobre outras espécies competidoras (Deacon, 1997; Gibson et. al., 1994).

A evolução hominídea foi marcada pela especialização da comunicação simbólica. Objetos começaram a ser representados por símbolos e passaram a ser utilizados na comunicação. Nos grupos humanos, os indivíduos jovens crescem em um ambiente simbólico e ao se adaptarem a responder a objetos utilizando seus símbolos adentram na cultura simbólica. Cada indivíduo tem um “potencial simbólico”, que é a possibilidade de relacionar os objetos aos seus símbolos, ou seja, responder aos objetos como símbolos, a partir da imitação das práticas dos mais velhos. Mesmo animais podem ter algum potencial simbólico, que corresponde à possibilidade de responder a relações abstratas entre eventos. Pode-se considerar que um cão exibe certo potencial simbólico na medida em que forma a categoria “objetos do dono”. Antes de ser alfabetizada, ensina-se a criança a relacionar objetos de forma que um se torna símbolo do outro, ou membros de uma classe. O nome das coisas é um dos símbolos mais básicos, mas é difícil saber se animais têm potencial para aprender nomes. A primeira

dificuldade é que eles não possuem articulação vocal; podem aprender a discriminar entre nomes ouvidos, mas não podem nomear, a menos que se ensine a eles uma linguagem de sinais, o que também não é um empreendimento trivial. (de Rose, Gil & Souza, 2014; Deacon, 1997)

Só recentemente, com o surgimento da escrita, o homem passou a literalmente “escrever” sua história, deixando para as gerações seguintes, seus pensamentos, descobertas, dúvidas e discussões que favoreceram tanto o aprimoramento da própria escrita como o da organização social e cultural. Com o domínio da escrita, a habilidade manual fina ganha uma especial importância e o homem passa a, além de escrever, manusear ferramentas que requerem uma movimentação manual mais precisa e delicada, como tocar instrumentos musicais por exemplo. Nessa época já podemos perceber o quão importante se tornam as mãos, e conseqüentemente seus músculos e articulações, para o homem no seu dia a dia e até sendo a fonte de seu sustento, quando os trabalhos passam a ser manuais em sua maioria (Ferreiro, 2016; Gibson et. al., 1994).

A partir daí, surgiram as primeiras máquinas de datilografia e a escrita passa por uma mecanização. As mãos, entretanto, continuam sendo a fonte da geração dos textos datilografados, porém com mudanças nos movimentos e músculos que geram essas letras, agora os dedos passam a se movimentar de maneira rítmica e com maior amplitude em relação à escrita, ao passo que o punho fica mais estático. O mesmo acontece quando surge o computador e seu teclado, os dedos continuam tendo que se especializar e agora de maneira mais suave apertam teclas que geram a escrita (Ferreiro, 2016)

Atualmente passamos por uma nova fase na interação com a informação. A idade das relações mais simples entre textos e leitura avançou para a tela com campos sensíveis, e na escrita de uma maneira geral, a tecnologia avançada permite que ao tocar

suavemente em campos específicos numa tela *touchscreen* seja acionado um teclado virtual para a produção de textos ou quaisquer outras composições de campos ativáveis ao toque. Com o surgimento dos *tablets*, a movimentação fina e rítmica ganhou novo impulso e novas maneiras de especialização dos movimentos da mão são necessárias agora. Com os *smartphones* a digitação passa a ser de responsabilidade principal do dedo polegar, enquanto os outros dedos seguram o aparelho. Dessa maneira, a habilidade manual para os movimentos finos dos dedos ganha uma nova importância, e são incorporados no repertório movimentos específicos para produzir diferentes tarefas como “arrastar”, “ampliar”, “reduzir”, “selecionar”, “tocar e manter”, etc. Fazendo com que a maneira de aprender a lidar com a realidade virtual apresentada na tela sensível passe também por alterações importantes (da Costa, da Silva & Vilaça, 2013).

Esses movimentos e toques em telas *touchscreen* são definidos pelos fabricantes dos aparelhos como *flicks*, algo como “pincelar” para a língua portuguesa. Os *flicks* podem ser feitos com uma caneta, um pincel apropriado ou mesmo com os dedos do usuário. *Tap* (bater levemente), *scroll* (rolar), *pinch* (pinçar) e *slide* (deslizar) são alguns dos termos usados também para a variedade de movimentos que as interfaces *touchscreen* permitem realizar.

Nessa perspectiva, os *tablets* e a tecnologia *touchscreen* assumem fundamental importância nas pesquisas sobre cognição e potencial simbólico, tanto em humanos quanto em não humanos. Vários estudos com primatas não humanos já são desenvolvidos com essa tecnologia de maneira satisfatória (Barros, Galvão & McIlvane, 2002; Leighty & Fragaszy, 2003; Goulart, 2004; Brino, 2007; Bullock & Meyers 2009). Atualmente, crianças aprendem a manusear esses equipamentos muito antes de terem habilidades manuais mínimas para a escrita com lápis e papel, por exemplo. Dessa forma, sua capacidade cognitiva e seu potencial simbólico são alterados desde cedo,

bem antes do que acontecia quando o contato com a escrita e outros símbolos acontecia em ambiente natural e não digital. A capacidade cognitiva aqui se refere à possibilidade de adquirir competências de relacionar eventos de forma convencional, como quando uma criança consegue participar de um jogo ou brincadeira, esperando sua vez e agindo corretamente (Pontes & Galvão, 1997). O potencial simbólico refere-se à competência cognitiva para lidar com os símbolos. Digamos que um jogo como “Banco Imobiliário” pode ser jogado se a criança já pode lidar com os valores das notas de dinheiro do jogo, ou seja, faz relação entre os números escritos, cores das notas, e pode lidar com pagamentos e recebimentos sem errar.

No caso da Escola Experimental de Primatas (EEP), da Universidade Federal do Pará (UFPA), a inclusão da tecnologia digital com as telas sensíveis ao toque já está consolidada, visto que muitos estudos já foram e continuam sendo desenvolvidos utilizando essas interfaces (Barros et al., 2002; Goulart 2004; Brino 2007; Brino, Assumpção, Campos, Galvão & McIlvane 2010). Inclusive com ambientes virtuais mais complexos, com um fundo realístico, rico em detalhes, com vários estímulos e passando de uma realidade de duas dimensões para uma imagem em 3D (Brito Neto, Ribeiro Filho & Galvão, 2008). Este estudo de 2008 aponta também a carência de dinamismo e naturalidade que as pesquisas com ambientes virtuais apresentam, e acena para a necessidade de caminharmos na direção de novas possibilidades, novos paradigmas, na forma de se realizar experiências com sujeitos não humanos, em outras palavras, a “gamificação” (uso da mecânica dos *games* em outros contextos) das pesquisas comportamentais, pode permitir explorar com maior sucesso as possibilidades cognitivas e simbólicas dos animais. É relevante, portanto, apontar a importância de além do movimento de tocar na tela, estabelecer outros tipos de movimentos, como o

arrastar, no repertório das respostas aos estímulos das telas nos primatas estudados na escola.

Entre os objetivos principais da EEP podemos citar a busca de demonstrações consistentes de que sujeitos não verbais são capazes de apresentar repertórios discriminativos relacionais generalizados e o estabelecimento do macaco-prego (*Sapajus spp.*) como possível modelo animal para investigar a aquisição de repertórios relacionais generalizados em humanos com atraso no desenvolvimento cognitivo (Delage, Goulart, Brino, Borges & Galvão, 2012). Através da incorporação de “novos” movimentos, será possível diversificar os testes do potencial simbólico do macaco-prego, além de quantificar a capacidade desses animais de dominar movimentos finos e cada vez mais complexos em contextos de escolhas simples e condicionais com formatos que ultrapassam o tradicional pareamento ao modelo.

Vários estudos acerca da habilidade manual e do uso de ferramentas em macacos-prego foram realizados principalmente nas duas últimas décadas (Delage, 2011; Falótico, 2011; Phillips & Thompson, 2013; Resende & Ottoni, 2002), inclusive na EEP. Entretanto, as habilidades manuais nos testes que envolvem um ambiente virtual ainda estão restritas ao simples tocar a tela do computador. Estudos sobre o potencial simbólico do macaco-prego usando telas *touchscreens* para realizar discriminações simples e condicionais, pareamento ao modelo por identidade ou arbitrário, entre outros testes, usam o simples toque do sujeito na tela para determinar a escolha do estímulo. Porém, em um determinado teste que requeria o toque no estímulo S+, e “não toque” no S-, no momento em que era apresentado o estímulo para rejeição, o S-, um pesquisador da escola observou que o sujeito tocava no estímulo repetidamente, porém de uma maneira diferente da usada para tocar o S+; o sujeito não somente tocava, mas deslizava o dedo sobre a tela, em um movimento que foi

interpretado pelo pesquisador como a tentativa de arrastar o estímulo para “fora” da tela do computador, como se o sujeito “quisesse” retirá-lo de sua frente para que o estímulo S+ pudesse aparecer e ele pudesse tocá-lo e, então, receber seu reforço. A partir daí surgiu a proposta de ensinar os sujeitos da escola a não somente tocar o estímulo, mas também arrastá-lo na tela através de um software que permitisse tal movimento.

Assumindo, portanto, a importância de ensinar novos repertórios de movimentação fina para os testes com macacos-prego em ambientes virtuais e observando a habilidade manual que esses animais têm ao usar diversas ferramentas (Falótico, 2011; Falótico & Ottoni, 2016; Perry et al., 2003; Resende & Ottoni, 2002), nos perguntamos se eles são capazes de desenvolver um repertório manual mais variado com relação à escolha de estímulos em ambientes virtuais e como esse aprendizado poderia enriquecer as tarefas que testam o potencial simbólico dessa espécie. Além do toque na tela, o macaco-prego seria capaz de arrastar o estímulo a partir de uma modelagem? Considerando a consistência da responsividade das telas sensíveis, qual seria o limite de novos gestos que se poderia inserir no repertório do macaco-prego no contexto de softwares consistentes em dar sempre a mesma consequência para as mesmas respostas?

A partir desses pressupostos, este estudo objetivou verificar se os macacos-prego da Escola Experimental de Primatas da UFPA seriam capazes de aprender o comportamento de arrastar estímulos na tela de um computador com a tecnologia *touchscreen* para que pudessemos aumentar o repertório comportamental utilizado no cumprimento de tarefas que testam o potencial simbólico desta espécie. Além disso, poderíamos variar os tipos de testes feitos com esses animais para enriquecer os dados que já temos sobre a capacidade simbólica que eles apresentam, podendo assim, no futuro, transferir esse aprendizado para testes com crianças que apresentem déficit de

cognição ou atraso no desenvolvimento neuropsicomotor, utilizando ferramentas virtuais para treinar desde habilidades motoras finas até a memória e a capacidade cognitiva.

MÉTODO

Sujeitos

Os sujeitos dessa pesquisa foram quatro macacos-prego do gênero *Sapajus*, que vivem em cativeiro, no biotério da Escola Experimental de Primatas (EEP), que é vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento do Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento da Universidade Federal do Pará. O ambiente da escola é descrito por Delage et al. (2012). Os quatro sujeitos que foram treinados, Michael, Tico, Smeagol e Drácula, já possuíam experiência em procedimentos de escolha em que tinham que tocar em determinados estímulos apresentados na tela sensível ao toque para obter pelotas de sabor banana (reforço).

Por se tratar de animais resultantes de entrega voluntária, ou apreensão feita pelo IBAMA, não há informação sobre a origem desses animais, por isso divulgamos apenas o gênero, *Sapajus*, sabendo que pela região geográfica são provavelmente *S. apella* ou *S. libidinosus*.

Os macacos-prego são primatas do Novo Mundo da família Cebidae e representam uns dos primatas mais comuns da América de Sul. São de médio porte com os machos pesando entre 1.3 e 4.8 kg (em cativeiro os machos podem chegar até uns 6 kg) e as fêmeas pesando entre 1.3 e 3.4 kg. Em cativeiro podem viver até 55 anos, mas geralmente vivem até os 46 anos de idade. Possuem um polegar que não faz o clássico movimento de oposição com as mãos pelo fato de sua articulação carpometacarpal do polegar não ser do tipo sela, portanto esses animais possuem um polegar pseudo-

oponível. Isso, no entanto, não impede que eles tenham uma precisão rara, em macacos do Novo Mundo, para manipular pequenos objetos (Fragaszy & Visalberghi, 2004)

Equipamento e Estímulos

As sessões para a coleta de dados foram realizadas em uma câmara experimental, medindo 0,60m x 0,60m x 0,60m. Um monitor de 17 polegadas com tela sensível ao toque ficava acoplado à câmara experimental. No canto superior direito da parede oposta ao monitor de vídeo, fica uma lâmpada fluorescente de 15 watts e na parede lateral esquerda, havia uma porta de 0,35m x 0,20m, utilizada como entrada e saída do sujeito da câmara experimental. Um receptáculo para as pelotas liberadas por um dispensador de pelotas ficava no canto inferior da parede oposta à que continha o monitor de tela sensível (Figura 1).



Figura 1. Câmara experimental (gaiola de testes) com a tela sensível ao toque acoplada.

Um *software* chamado “Arrasta”, elaborado pela equipe do Laboratório de Inteligência Artificial Aplicada - LAAI, do ICEN, UFPA, Coordenado pelo Prof. Dionne Monteiro, e desenvolvido por Ellton Sales Barros e Gilberto Nerino de Souza Júnior, e que foi atualizado e aprimorado por Fernando Jardel Jardim dos Santos

responsável por sua atual versão, apresentava os seguintes estímulos: um círculo, considerado como o cursor, na cor branca medindo cerca de 3 cm de diâmetro no centro da tela e várias pequenas figuras no formato de bananas na cor amarela ao redor do estímulo branco central, formando outro círculo. Foram usados quatro raios do círculo circundante, 2, 4, 6 e 9 cm aproximadamente foram as distâncias que separaram o estímulo central a ser arrastado da cerca ao redor dele, formada pelas figuras de banana; cada distância correspondia a um estágio diferente do programa (Figura 2).



Figura 2. Detalhe da câmara experimental mostrando a tela sensível ao toque com os estímulos do *software* “Arrasta” no segundo estágio, de 4 cm de raio do círculo circundante.

Procedimento

Os sujeitos foram treinados através de um programa de modelagem do movimento de arrastar estímulos na tela *touchscreen*, uma habilidade motora fina que até então não era requerida nos estudos desenvolvidos com os sujeitos da escola. O procedimento consistiu no reforçamento diferencial por aproximações sucessivas de

uma resposta final definida, o qual já era utilizado em outras pesquisas e testes na escola e os sujeitos já estavam acostumados com ele.

O objetivo da modelagem era que o sujeito arrastasse o círculo branco até o círculo formado ao redor desse estímulo pelas pequenas figuras de bananas. A resposta de arrastar o cursor foi modelada reforçando-se inicialmente o toque no círculo branco; depois, não apenas tocar, mas manter a mão, por pelo menos 2 segundos, sobre o estímulo; e em seguida movimentos de arrastar cada vez mais longos, até que eventualmente o cursor arrastado ultrapassava o círculo externo e o pesquisador acionava manualmente o dispensador de pelotas e a tentativa chegava ao fim. O círculo branco voltava ao centro da tela com as figuras de banana formando o círculo externo na mesma distância que na tentativa anterior. Colocando o dedo na área da tela com o círculo branco, e mantendo o contato, ele podia ser movimentado seguindo o movimento do dedo e permanecia onde ocorria o final do contato do dedo com a tela. Se o círculo branco (cursor) atingia a linha formada pelas bananas esta se movia em uma animação de 1 segundo, um “*zoom in-off*”, e retornava ao tamanho inicial em relação ao círculo branco central. O movimento do círculo de bananas, junto com a liberação manual de uma pelota de ração sabor banana, serviam como consequência para a resposta correta. O software registrava o dado, o pesquisador acionava o dispensador de pelotas e a tentativa se encerrava.

As sessões de modelagem tinham duração de 10 minutos cada. Uma vez aprendida a resposta de arrastar até o círculo externo formado pelas figuras de banana com o círculo de menor diâmetro, de 2 cm, passava-se para o próximo diâmetro. No segundo estágio, a distância entre o círculo branco e as bananas ao redor era de 4 cm. No terceiro estágio, de 6 cm. No quarto e último estágio, a distância entre os estímulos era de 9 cm. O critério para a mudança de estágio foi o número de vezes que a tarefa

havia sido completada em uma única sessão, ou seja, ao atingir o mínimo de 20 repetições da tarefa completa de arrastar o estímulo para fora do círculo de bananas numa mesma sessão o sujeito estava apto para o próximo estágio.

A cada tentativa o *software* registrava num banco de dados o trajeto feito pelo estímulo ao ser arrastado na tela *touchscreen*, assim como o tempo que foi gasto até aquela tarefa ser concluída. Portanto ao final de cada tentativa tínhamos registrado num arquivo, na forma de coordenadas numéricas, o trajeto do estímulo central até ultrapassar a borda do círculo feito com as figuras de banana e o tempo, em segundos, que o sujeito levou para completar a tarefa.

O aplicativo Arrasta, ao final de cada sessão, gerava um arquivo “.txt” com o número de tentativas completas, o tempo que cada uma levou para ser finalizada e a movimentação do círculo central (valores de x e y nos eixos cartesianos).

Para uma avaliação visual dos dados capturados pelo Arrasta, foram gerados gráficos com auxílio do programa MATLAB (Matrix Laboratory) versão r2016a desenvolvido pela empresa MathWorks, uma ferramenta computacional que possibilita a compilação de funções matemáticas e a geração de gráficos e malhas em 2D e 3D.

Para gerar os gráficos das sessões realizadas com o Arrasta, uma matriz foi desenvolvida no MATLAB lançando-se nas colunas as coordenadas cartesianas (x, y) correspondentes à posição do círculo branco ao atingir o círculo externo em cada acerto sucessivo.



Figura 3. Câmara experimental com um dos sujeitos arrastando o círculo branco na tela sensível ao toque.

RESULTADOS

Dos quatro sujeitos submetidos à modelagem da resposta de arrastar um círculo branco de 3 cm de diâmetro do centro da tela *touchscreen* até interceptar o círculo de bananas envolvente, apenas dois, Smeagol e Drácula terão seus resultados apresentados em gráficos. Devido a problemas com o *software*, que registrava inadequadamente alguns dados no início da modelagem, não foram obtidos, dos outros dois sujeitos, Michael e Tico, dados analisáveis graficamente; a participação desses dois sujeitos foi, todavia, importante para os ajustes finais que permitiram a coleta com Smeagol e Drácula.

Smeagol adquiriu o repertório de arrastar o estímulo central para fora do círculo logo na primeira sessão, completando a tentativa 30 vezes, durante os 10 minutos de duração da mesma. Apesar de ter atingido o critério de 20 sucessos, na segunda sessão o experimentador foi conservador, tendo mantido o tamanho do diâmetro do círculo de bananas, ou seja, a distância que o estímulo central precisaria ser arrastado até completar a tarefa se manteve a mesma da primeira sessão, para certificar-se de que o

repertório de arrastar era consistente. Nesta sessão ele completou a tarefa 60 vezes. A partir da terceira sessão Smeagol atingiu critério para passar ao próximo estágio a cada sessão, pois sempre completou a tentativa mais do que 20 vezes em cada uma das sessões. Na terceira sessão completou 83 vezes e na quarta sessão 67 vezes. Na quinta sessão o sujeito já havia alcançado o critério no maior diâmetro que o software permitia de acordo com o tamanho da tela *touchscreen*, completando a tentativa 49 vezes nesta última sessão.

Drácula teve um resultado parecido com o de Smeagol. Logo na primeira sessão completou a tentativa 34 vezes, mas como foi procedido com Smeagol, foi mantido o mesmo estágio na sessão seguinte, e ele arrastou o estímulo até o círculo circundante 58 vezes. Passamos ao segundo estágio na terceira sessão, e Drácula completou a tentativa 52 vezes. Na quarta sessão, no terceiro estágio, o sujeito completou a tentativa 25 vezes; e na quinta sessão, já no quarto e último estágio, 18 vezes. Essa redução deve ter sido dada devido ao fato de que no último estágio o círculo circundante de figuras de bananas ultrapassa em alguns pontos o tamanho da tela sensível ao toque, dificultando a retirada do estímulo central para fora do círculo ao redor.

Tico precisou de 7 sessões para completar todos os estágios que o software permitia. Na primeira sessão Tico não conseguiu completar a tarefa nenhuma vez pois ele apenas tocava o monitor, e às vezes batia forte na tela, sem manter a mão parada sobre o estímulo, emitiu várias reações emocionais demonstrando irritação; nesta sessão a resposta reforçada foi a de manter a mão tocando a tela, por pelo menos 2 segundos, sem bater forte na mesma. Na segunda sessão o sujeito já mantinha a mão em cima do estímulo e em determinados momentos conseguiu deslocá-lo, completando a tentativa 3 vezes durante os 10 minutos de duração da sessão. Na terceira sessão o sujeito completou a tentativa 5 vezes. Na quarta sessão, por um equívoco do pesquisador, Tico

foi exposto a um estágio mais avançado do que o da sessão anterior mesmo não tendo atingido o critério para avançar, porém o sujeito obteve um bom desempenho, completando a tentativa 32 vezes. Decidimos manter Tico nesse estágio na sessão seguinte para testar a consistência da resposta e na sua quinta sessão Tico completou a tentativa 51 vezes, de modo que passamos então para o próximo estágio. Na sexta sessão o sujeito completou a tentativa 58 vezes; e na sétima, e última sessão, com o tamanho máximo para o arrasto que o software permitia, ele completou a tentativa 64 vezes, demonstrando consistência na nova habilidade adquirida.

Michael encontrou bastante dificuldade para cumprir as tentativas, visto que tocava o estímulo com a parte inferior da palma da mão e não com os dedos, fazendo com que o software respondesse de maneira inadequada em alguns momentos, ou seja, o estímulo central desaparecia da tela sem ter atingido a borda do círculo circundante e tornava a aparecer no centro causando o mesmo efeito “*zoom in-off*” de quando ele é arrastado para fora do círculo de bananas, porém sem ter sido verdadeiramente arrastado. Ou seja, a tentativa era dada como completa sem ter realmente sido. Em vista dessa situação, após 6 sessões sem sucesso, passamos para o segundo estágio e esse efeito inadequado diminuiu de frequência, pois a borda do círculo circundante se afastou do estímulo central e então a mão do sujeito já não tocava os dois estímulos (o círculo branco e as figuras de banana) ao mesmo tempo. Na sétima sessão o sujeito completou a tentativa 5 vezes, na oitava, 9 vezes, na nona sessão completou 12 vezes, na décima, apenas 3 vezes, na décima primeira, 5 vezes e na décima segunda sessão o sujeito completou a tentativa 29 vezes, atingindo o critério para avançarmos de estágio. Passamos então para o terceiro estágio e na décima terceira sessão o sujeito completou a tarefa 35 vezes, demonstrando ter adquirido o repertório de maneira consistente. Passamos então para o quarto e último estágio na décima quarta sessão, e Michael

completou a tarefa 10 vezes nessa sessão, assim como na décima quinta sessão também, por falta de tempo do experimentador para a continuação da coleta de dados encerramos nessa sessão a modelagem desse sujeito.

Tabela 1

Número de tentativas realizadas com sucesso para cada sujeito do estudo.

Sessão	Sujeitos			
	Smeagol	Drácula	Tico	Michael
1	30	34	0	0
2	60	58	3	0
3	83	52	5	0
4	67	25	32	0
5	49	18	51	0
6			58	0
7			64	5
8				9
9				12
10				3
11				5
12				29
13				35
14				10
15				10
Total de tentativas	289	187	213	118

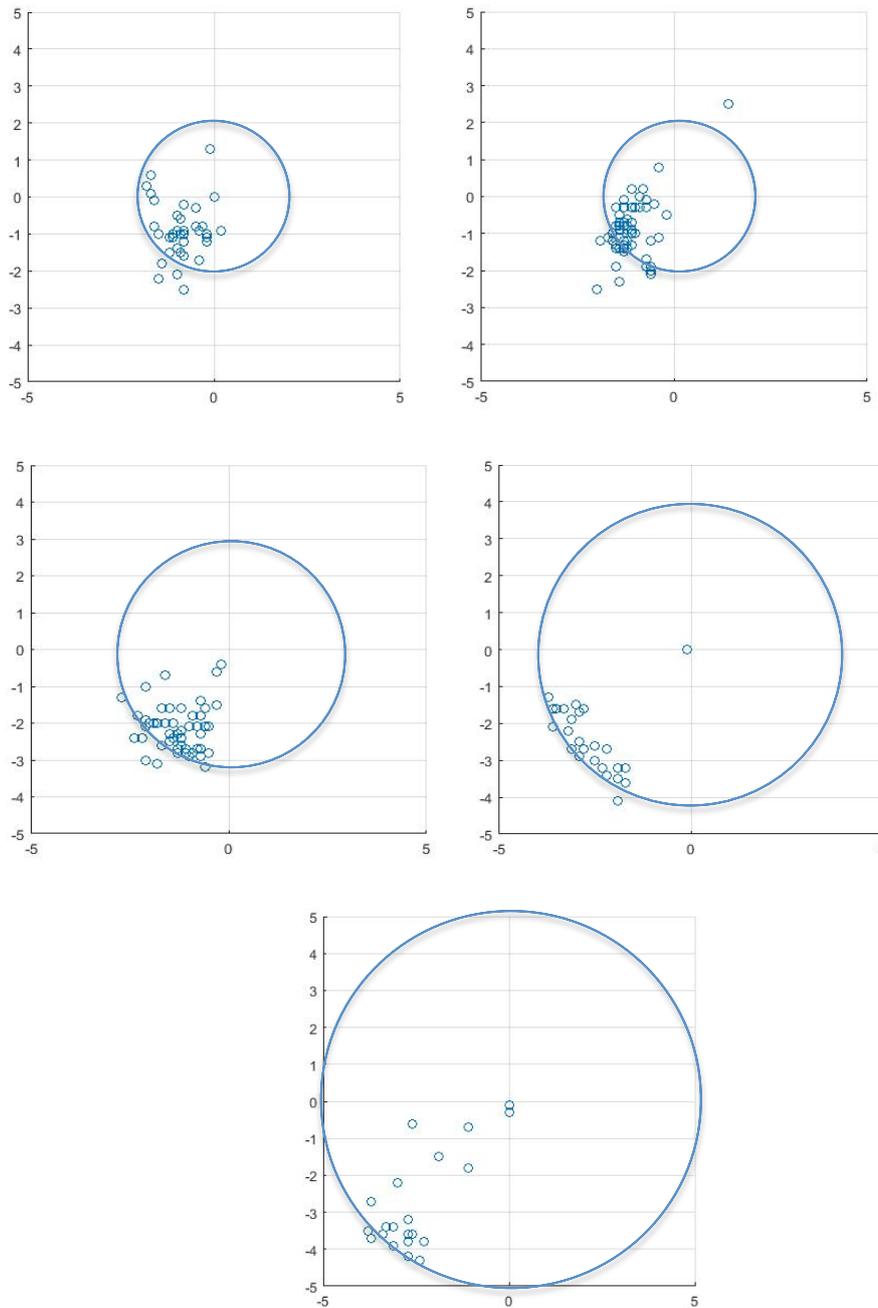


Figura 4. Posição dos pontos de interceptação do estímulo central com o círculo externo em cada tentativa. Cada painel representa os dados de cada uma das 5 sessões de Drácula.

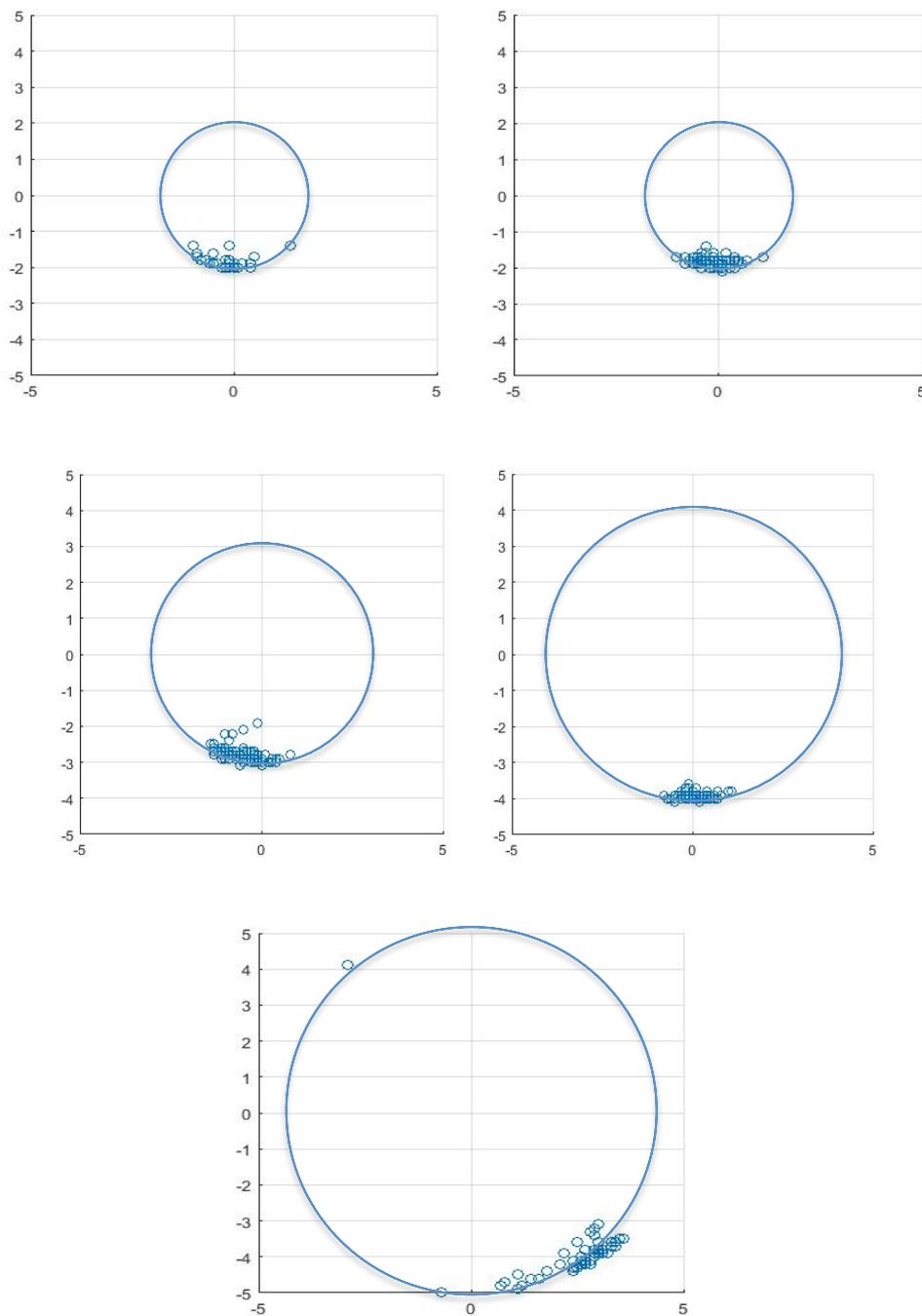


Figura 5. Posição dos pontos de interceptação do estímulo central com o círculo externo em cada tentativa. Cada painel representa os dados de cada uma das 5 sessões de Smeagol.

Nas Figuras 4 e 5 estão representados os pontos de interceptação em que o estímulo central encontrou a borda do círculo com as figuras de banana que o rodeavam.

Os círculos em azul marcam o ponto exato, em coordenadas cartesianas, em que o cursor ultrapassou a borda do círculo, completando a tentativa.

Os painéis superiores de cada figura, que representam as primeiras sessões, tem os pontos de interceptação mais próximos do eixo 0, pois o diâmetro dos círculos nos primeiros estágios eram menores, aumentando gradativamente, assim que o sujeito atingia critério para passar de estágio.

Alguns pontos, mesmo em estágios mais avançados, se encontram perto da origem dos eixos (ponto 0,0) ou entre a origem e a maioria dos pontos de interceptação na borda do círculo. Esses pontos correspondem a uma falha do aplicativo, identificada após os testes. O aplicativo reconhecia e registrava que o cursor havia ultrapassado a barreira do círculo sem ter sido arrastado até lá. Verificou-se que uma vez iniciado o movimento do círculo central, um toque fora da área do círculo externo era “interpretado” como se o círculo houvesse sido arrastado para lá. A tentativa era encerrada e iniciada outra como se o círculo central tivesse sido efetivamente arrastado. As posições registradas não eram consistentes com o movimento normal de arrastar.

DISCUSSÃO

Do ponto de vista da análise experimental do comportamento este estudo envolveu um processo comportamental bastante conhecido, aplicado, todavia, a um comportamento ainda não estudado em macacos-prego: a resposta de arrastar um estímulo até outro em uma tela sensível ao toque. Esse comportamento é análogo ao comportamento de arrastar objetos no ambiente natural, e o principal interesse em transpô-lo para um ambiente experimental é o de tornar possível o estudo do potencial de relacionar estímulos visuais de forma planejada.

A possibilidade de diversificar os tipos de testes do potencial simbólico de animais utilizando os recursos da tela sensível ao toque foi o que nos impulsionou a realizar este estudo exploratório da habilidade de arrastar estímulos na tela.

A opção pelo macaco-prego como sujeito experimental decorre principalmente de duas razões: o macaco-prego é um animal extremamente adaptável, vivendo, na natureza, em habitats diversos e resolvendo problemas de forma criativa, inclusive usando objetos como ferramenta; e por ser um animal selvagem que resiste bem ao cativeiro, desde que sua saúde física e comportamental seja favorecida pelos pesquisadores responsáveis, de acordo como descrevem Galvão e Barros (2014).

Não encontramos, na literatura científica pesquisada, estudos com macacos-prego que tenham usado o movimento de arrastar estímulos em telas sensíveis ao toque para treino e testes de comportamento simbólico ou com outro objetivo. Apenas pesquisas que requeriam um toque simples ou sucessivos toques nos estímulos apresentados na tela foram encontradas nos bancos de dados pesquisados. As palavras-chave em inglês utilizadas nas pesquisas foram: *touchscreen*, *capuchin monkey*, *drag*, *slide*, *monitor touch*. E nas pesquisas em português foi utilizado: macaco-prego, arrastar, deslizar, potencial simbólico, ambiente virtual. Isso aumenta a relevância de nosso estudo, pois torna o trabalho pioneiro no ensino deste novo tipo de repertório para testes do potencial simbólico nessa espécie de primatas.

Ao pesquisar estudos que requeriam o movimento de arrastar com a mão em telas sensíveis ao toque com primatas, encontramos apenas pesquisas com chimpanzés (*Pan troglodytes*), em que os pesquisadores testavam a resolução de tarefas envolvendo labirintos e a tentativa de interceptação de outro estímulo em que o sujeito devia usar o dedo para deslocar o estímulo na tela *touchscreen* (Iversen & Matsuzawa 2001, 2003). As outras pesquisas, como as com macacos rhesus (*Macaca mulata*) e todas as que

foram encontradas com macacos-prego como sujeitos, e que trabalhavam com o deslocamento de estímulos na tela, usavam *joystick* para que o estímulo fosse deslocado pelos primatas e não o toque no monitor com a mão ou os dedos como foi requerido em nosso estudo (Couchman, 2012; Leighty & Fragaszy, 2003).

Mesmo apresentando diferenças individuais consideráveis, os sujeitos experimentais aprenderam a nova habilidade manual, arrastando estímulos sobre a tela sensível, usando as mãos ou os dedos, de maneira relativamente rápida. Como não obtivemos estudos desse tipo em macacos-prego em nossa pesquisa bibliográfica, não temos como quantificar e qualificar o tempo que eles levaram para o aprendizado dessa nova habilidade motora em comparação com outros sujeitos de pesquisas com o mesmo objetivo. Portanto, será necessário que mais sujeitos sejam submetidos à modelagem dessa resposta também para que tenhamos uma amostra maior e possamos fazer comparações entre eles quanto ao tempo e grau de dificuldade que cada um enfrentou para adquirir esse novo repertório.

O *Software* “Arrasta” apresenta, atualmente, apenas uma interface com dois tipos de estímulos, as figuras de banana dispostas em círculo ao redor do estímulo branco central em forma de círculo, o cursor. Em sua versão mais recente, a distância entre o cursor e o círculo de bananas pode ser programada antes do início da sessão, podendo ser automaticamente modificada durante a sessão. Se o sujeito atingir o número de acertos determinados para avançar de estágio e a sessão ainda não tiver com o tempo esgotado, o *software* automaticamente passa para o estágio seguinte. Esse tipo de mecanismo não foi utilizado em nossa pesquisa, pois na fase em que os primeiros sujeitos foram expostos à modelagem essa versão não estava disponível e preferimos manter da mesma maneira com os sujeitos seguintes, até mesmo para tornar o

aprendizado mais consistente fazendo o sujeito repetir a habilidade “aprendida” mais vezes após o número pré-determinado para o avanço de estágio.

Este primeiro trabalho produziu um resultado subsidiário muito relevante para a ciência do movimento, pois verificamos que, com a repetição das tentativas de arrastar, os sujeitos tendiam a arrastar o estímulo por trajetórias semelhantes, e o cursor arrastado interceptava o círculo alvo aproximadamente no mesmo ponto. Desta forma propomos que este procedimento, não obstante seu interesse para o estudo do comportamento cognitivo, possa ser considerado também um candidato a modelo para estudar as Lesões por esforço repetitivo (LER).

Com a universalização do uso do teclado como instrumento de trabalho, o descuido da questão postural e alternância de períodos de descanso começam, então, a surgir as “Lesões por esforço repetitivo (LER)”, uma vez que a frequência dos movimentos rítmicos aumentada gera uma inflamação nos tendões dos músculos responsáveis pelos movimentos de extensão e flexão de dedos, movimentos esses que realizados de maneira suave (fina) geram o “digitar” do teclado. Esse tipo de lesão já vem sendo descrito por pesquisadores há pelo menos três séculos e atualmente tem fragilizado e incapacitado diversos tipos de trabalhadores. No Brasil a LER é reconhecida pela Previdência desde a década de 80 e ela vem se intensificando devido as mudanças da tecnologia e organização do trabalho (Ferreiro, 2016; Moraes & Bastos, 2013; Ribeiro, 1997).

Uma pesquisa que reuniu diversos estudos, feita por Moraes e Bastos (2013), apontou que as LER são um fenômeno multifatorial que englobam fatores biomecânicos, organizacionais e psicossociais; além de ser multidimensional também podendo atingir uma dimensão individual, grupal ou social. É um desafio, segundo eles, compreender como os fatores interagem entre si para produzir ou potencializar os

sintomas e todas as consequências dessa síndrome. A pesquisa interdisciplinar seria uma solução para racionalizar os gastos e melhorar a transação de conhecimento entre as áreas.

De acordo com os nossos resultados propomos que através desse procedimento de arrastar estímulos na tela do computador é possível tornar o macaco-prego um modelo animal para testes de lesões por esforços repetitivos (*overuse injury*). Bastaria um *software* adaptado para tal tarefa de repetição e um programa de modelagem que levasse o sujeito a repetir várias vezes o mesmo movimento por um longo período. É claro que muitos fatores teriam que ser controlados para induzir algum tipo de lesão no animal e não sabemos se realmente essa lesão apareceria como em humanos, porém do ponto de vista biológico e biomecânico teríamos um modelo para estudos caso a indução de lesão por tarefas repetitivas fosse verificada.

Isso contribuiria para os avanços nas pesquisas acerca dos impactos que as novas tecnologias estão causando no homem e principalmente nas crianças, visto que no desenvolvimento de suas habilidades manuais encontram a disposição instrumentos digitais que permitem a repetição exaustiva de certos movimentos finos com os dedos e a mão, levando a uma maior probabilidade de inflamação tendínea e articular. Atualmente lidamos com uma tecnologia que visa muito a praticidade e velocidade da troca de informações, porém sem se preocupar com a necessidade de proteção biomecânica que o corpo necessita. Frente a possibilidade de alcançar um dado objetivo, quanto mais repetitivo e rápido for o movimento, acabamos por tentar alcançá-lo sem dar o descanso muscular e articular necessários para a tarefa, como por exemplo em enviar mensagens de texto via *smartphones*. Só após longos períodos de uso percebemos que movimentos tão simples e que não requerem muita força podem ser a

causa de inflamações e distúrbios complexos focais e por vezes até globais, podendo atingir o organismo inteiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão principal que impulsionou nosso estudo foi respondida positivamente. Os macacos-prego da Escola Experimental de Primatas são capazes de arrastar estímulos em uma tela de computador sensível ao toque de maneira consistente através de um treino de modelagem da resposta requerida. Isso nos permitirá variar bastante os tipos de testes aplicados na escola para treino do comportamento pré-simbólico desses animais e avançar nos estudos de sua capacidade para utilizar outros movimentos das mãos na interação com o ambiente virtual.

Além disso, surgiu, durante a pesquisa, a proposta de utilizar o macaco-prego como um modelo animal para o estudo de lesões por esforços repetitivos (*overuse injury*); visto que os sujeitos tinham a tendência de repetir o mesmo trajeto de movimento várias vezes num curto período de tempo, apesar de ter outras alternativas de trajeto para cumprir a mesma tarefa.

REFERÊNCIAS

- Barros, R. S., Galvão, O. F. & McIlvane, W. V. (2002). Generalized identity matching-to-sample in *Cebus apella*. *The Psychological Record*, 52, 441-460.
- Bennett, M. R. & Hacker, P. M. S. (2003). *Philosophical Foundations of Neuroscience*. Oxford: Blackwell.
- Brino, A. L. F. (2007). Procedimentos de treino e teste de relações entre estímulos em *Cebus apella*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Brino, A. L. F., Assumpção, A. P. B, Campos, R. S, Galvão, O. F. & McIlvane, W. J. (2010). *Cebus cf. apella* exhibits rapid acquisition of complex stimulus relations and emergent performance by exclusion. *Psychology & Neuroscience*, 3, 209-215.

- Brito Neto, C. S., Ribeiro Filho, M. & Galvão, O. F. (2008). Macacos-Prego (*Cebus apella*) Resolvem Problemas de Discriminação Simples em Ambiente Virtual. *X Symposium of Virtual and Augmented Reality*.
- Bullock, C. E. & Myers, T. M. (2009). Stimulus–food pairings produce stimulus-directed touch-screen responding in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*) with or without a positive response contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 92, 41–55.
- Couchman, J. J. (2012). Self-agency in rhesus monkeys. *Biology letters*, 8, 39-41. doi: 10.1098/rsbl.2011.0536
- da Costa, R. C., da Silva, R., & Vilaça, M. L. C. (2013). A evolução e revolução da escrita: um estudo comparativo. *Círculo Fluminense de Estudos Filológicos e Linguísticos*, v.17, n°.11, pp.121-129.
- Deacon, T. W. (1997). *The Symbolic Species: The co-evolution of language and the brain*. New York, W.W. Norton & Co.
- Delage, P. E. G. A. (2011). Transferência de aprendizagem no uso de ferramentas por macacos-prego (*Cebus cf. apella*). Tese de Doutorado, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Delage, P. E. G. A., Goulart, P. R. K., Brino, A. L. F., Borges, R. P., Galvão, O. F. (2012). Escola Experimental de Primatas: 10 Anos. *Boletim Contexto*, 37, 84-140.
- de Rose, J. C., Gil, M. S. C. A., & de Souza, D. G. (Orgs.) (2014). *Comportamento simbólico: bases conceituais e empíricas*. Marília, São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Falótico, T. (2011). Uso de ferramentas por macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) do Parque Nacional Serra da Capivara-PI. Tese de Doutorado, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Falótico, T. Ottoni, E. B. (2016). The manifold use of pounding stone tools by wild capuchin monkeys of Serra da Capivara National Park, Brazil. *Behaviour* (Leiden. Print), 153, 421-442.
- Fragaszy, D. M., Visalberghi, E. (2004). Life history and demography. *The Complete Capuchin: The Biology of the Genus Cebus*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 9780521667685.
- Ferreiro, E. (2013). *O ingresso na escrita e na cultura do escrito*. Tradução de Rosana Malerba. São Paulo: Cortez. ISBN: 8524922893.
- Galvão, O. F., Barros, R. S. (2014). Sobre o desenvolvimento de um modelo animal do comportamento simbólico. Em Júlio César de Rose, Maria Stella Coutinho de

- Alcantara Gil & Deisy das Graças de Souza (Eds.) *Comportamento simbólico: bases conceituais e empíricas*. pp. 95-110. São Paulo: Cultura Acadêmica.
Disponível em: <http://www.ppgpsi.ufscar.br/comportamento-simbolico-1>
- Gibson, K. R., Gibson, K. R., & Ingold, T. (1994). *Tools, language and cognition in human evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Goulart, P. R. K. (2004). Um programa de intervenção para o estabelecimento de escolha condicional por identidade ao modelo em um macaco-prego (*Cebus apella*). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento, Belém: Universidade Federal do Pará.
- Haslam, M., Luncz, L., Staff, R. A., Bradshaw, F., Ottoni, E. B., & Falótico, T. (2016). Pre-Columbian monkey tools. *Current Biology*, 26, R521-R522.
- Iversen, I. H. & Matsuzawa, T. (2001). Acquisition of navigation by chimpanzees (*Pan troglodytes*) in an automated finger maze task. *Animal Cognition*, 4, 179-192. doi:10.1007/s100710100101
- Iversen, I. H. & Matsuzawa, T. (2003). Development of interception of moving targets by chimpanzees (*Pan troglodytes*) in an automated task. *Animal Cognition*. doi:10.1007/s10071-003-0175-x
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum S.A. & Hudspeth A. J. (2013). *Principles of Neural Science*. 5ª ed. New York: McGraw Hill.
- Leighty K. A., & Fragaszy D. M. (2003). Primates in cyberspace: using interactive computer tasks to study perception and action in non-human animals. *Animal Cognition*, 6, 137-139.
- Leighty, K. A., & Fragaszy, D. M. (2003). Joystick acquisition in tufted capuchins (*Cebus apella*). *Animal Cognition*, 6, 141-148.
- Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. 2ª ed., São Paulo: Atheneu.
- Macuga, K. L., & Frey, S. H. (2014). Differential contributions of the superior and inferior parietal cortex to feedback versus feedforward control of tools. *NeuroImage*, 92, 36-45. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.01.024>
- Mohapatra, S., Kukkar, K. K., & Aruin, A. S. (2014). Support surface related changes in feedforward and feedback control of standing posture. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 24, 144–152. <http://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.10.015>

- Moraes, P. W. T., & Bastos, A. V. B. (2013). As LER/DORT e os fatores psicossociais. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 65(1), 02-20. Recuperado em 13 de outubro de 2016, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-52672013000100002&lng=pt&tlng=pt
- Muratori, L. M., Lamberg, E. M., Quinn, L., & Duff, S. V. (2013). Applying principles of motor learning and control to upper extremity rehabilitation. *Journal of Hand Therapy*, 26, 94-103. doi:10.1016/j.jht.2012.12.007.
- Otoni, E. B. (2015). Tool use traditions in nonhuman primates: the case of tufted capuchin monkeys. *Human Ethology Bulletin*, 30, 2-40.
- Perry, S., Panger, M., Rose, L. M., Baker, M., Gros-Louis, J., Jack, K., Mackinnon, K. C., Manson, J., Fedigan, L. & Pyle, K. (2003). Traditions in wild white-faced capuchin monkeys. In: *The Biology of Traditions: Models and Evidence* (Ed. by D. M. Fragaszy & S. Perry), pp. 391–426. Cambridge: Cambridge University Press.
- Phillips, K. A. & Thompson, C. R. (2013). Hand preference for tool use in capuchin monkeys (*Cebus apella*) is associated with asymmetry of the primary motor cortex. *American Journal of Primatology*, 75, 435-440. doi: 10.1002/ajp.22079.
- Pontes, F. A. R. & Galvão, O. F. (1997). Desenvolvimento do seguimento de regras no jogo de peteca (bola de gude). *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 13, 231-237.
- Proffitt, T., Luncz, L. V., Falótico, T., Otoni, E. B., De La Torre, I., Haslam, M. (2016). Wild monkeys flake stone tools. *Nature* (London), 359, 85-88.
- Resende, B. D. & Otoni, E. B. (2002). Brincadeira e aprendizagem do uso de ferramentas em macacos-prego (*Cebus apella*). *Estudos de Psicologia*, 7, 173-180.
- Ribeiro, H. P. (1997). Lesões por Esforços Repetitivos (LER): uma doença emblemática. *Cadernos de Saúde Pública*, 13(Supl. 2), 85-93.
- Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2001). *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. 2ª ed., Porto Alegre: Artmed.
- Torriani-Pasin, C. (2010). Aprendizagem de uma habilidade motora com demanda de planejamento em pacientes com acidente vascular encefálico em função do lado da lesão. Tese de Doutorado, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANEXO 1

Dados referentes aos pontos plotados nas Figuras 4 e 5. Ver na seção Procedimento para detalhes.

Drácula (Figura 4)

```
1ª sessão:
clear all; close all; clc;
m = [-0.1 1.3 1
      -1.7 0.6 2
      -1.0 -0.9 3
      0.0 0.0 4
      -1.8 0.3 5
      -0.8 -1.6 6
      -1.6 -0.1 7
      -0.2 -1.2 8
      -0.9 -1.5 9
      -1.6 -0.8 10
      -0.8 -0.9 11
      0.2 -0.9 12
      -0.3 -0.8 13
      -1.2 -1.1 14
      -0.8 -2.5 15
      -1.4 -1.8 16
      -0.4 -1.7 17
      -0.4 -0.9 18
      -1.1 -1.1 19
      -1.0 -1.4 20
      -1.2 -1.5 21
      -0.8 -0.2 22
      -1.0 -2.1 23
      -0.8 -1.6 24
      -0.2 -1.1 25
      -0.5 -0.3 26
      -0.8 -1.2 27
      -0.5 -0.8 28
      -1.7 0.1 29
      -1.1 -1.0 30
      -0.9 -1.0 31
      -1.5 -2.2 32
      -0.2 -1.0 33
      -1.0 -0.5 34
      -0.8 -1.0 35
      -1.5 -1.0 36
      -0.9 -0.6 37];
plot3(m(:,1),m(:,2),m(:,3),'o')
; grid on;

2ª sessão:
clear all; close all; clc;
m = [-0.7 -1.7 1
      -1.3 -0.3 2
      -1.1 -1.0 3
      -1.4 -0.8 4
      -1.2 -0.8 5
      -1.3 -0.8 6
      -1.1 -0.9 7
      -1.4 -0.8 8
      -1.0 -1.0 9
      -1.2 -1.4 10
      -1.2 -0.6 11
      -1.3 -1.4 12
      -1.1 0.2 13
      -1.4 -1.4 14
      -0.8 0.2 15
      -1.2 -1.2 16
      -1.5 -1.9 17
      -1.3 -1.2 18
      -1.3 -0.7 19
      -1.2 -0.6 20
      -1.7 -1.1 21
      -1.9 -1.2 22
      -1.5 -1.3 23
      -1.3 -0.1 24
      -1.1 -0.3 25
      -1.4 -1.1 26
      -1.5 -0.3 27
      -1.4 -0.9 28
      -1.2 -0.9 29
      -0.4 -1.1 30
      -1.3 -1.3 31
      -1.5 -1.4 32
      -1.4 -0.7 33
      -1.4 -0.5 34
      -1.6 -1.0 35
      -0.6 -2.0 36
      -0.7 -1.9 37
      -1.3 -1.3 38
      -0.9 -0.3 39
      -0.7 -0.3 40
      -1.3 -1.4 41
      -0.9 0.0 42
      -0.7 -0.1 43
      1.4 2.5 44
      -0.5 -0.2 45
      -0.6 -1.9 46
      -1.6 -1.2 47
      -0.6 -2.1 48
      -1.0 -0.3 49
      -0.2 -0.5 50
      -0.7 -1.9 51
      -0.4 0.8 52
      -1.3 -1.5 53
      -1.1 -1.3 54
      -2.0 -2.5 55
      -1.4 -2.3 56
      -0.6 -1.2 57
      -1.1 -0.7 58
      -1.5 -0.8 59];
plot3(m(:,1),m(:,2),m(:,3),'o')
; grid on;

3ª sessão
clear all; close all; clc;
m = [-2.1 -2.1 1
      -1.6 -0.7 2
      -2.2 -2.4 3
      -2.3 -1.8 4
      -2.7 -1.3 5
      -1.6 -2.0 6
      -2.1 -2.1 7
      -0.9 -1.8 8
      -1.7 -2.6 9
      -1.2 -2.4 10
      -1.9 -2.0 11
      -0.5 -2.1 12
      -0.6 -2.1 13
      -1.3 -2.8 14
      -1.2 -1.6 15
      -1.3 -2.7 16
      -1.2 -2.6 17
      -1.2 -2.2 18
      -2.1 -1.0 19
      -0.7 -2.7 20
      -0.8 -2.7 21
      -0.7 -1.8 22
      -0.3 -0.6 23
      -1.5 -1.6 24
      -1.5 -2.5 25
      -1.1 -2.7 26
      -0.7 -1.4 27
      -2.4 -2.4 28
      -0.3 -1.5 29
      -1.3 -2.7 30
      -0.7 -2.9 31
      -0.6 -3.2 32
      -1.7 -1.6 33
      -0.5 -2.8 34
      -0.7 -2.9 35
      -0.9 -2.8 36
      -1.3 -2.3 37
      -1.4 -2.0 38
      -2.1 -1.9 39
      -0.5 -2.8 40
      -1.5 -2.3 41
```

```

-1.4 -2.4 42          -3.4 -3.6 8
-2.0 -2.0 43          -3.1 -3.4 9
-1.0 -2.9 44          -2.4 -4.3 10
-0.6 -1.6 45          -3.7 -2.7 11
-0.7 -2.3 46          -2.7 -3.2 12
-0.8 -2.1 47          -2.7 -3.8 13
-2.1 -3.0 48          -3.8 -3.5 14
-1.8 -3.1 49          -2.3 -3.8 15
-1.1 -2.8 50          -3.1 -3.9 16
-1.0 -2.1 51          -1.1 -1.8 17
-0.2 -0.4 52          -1.1 -0.7 18
-1.8 -2.0 53          -2.6 -0.6 19
-0.7 -2.7 54];      -1.9 -1.5 20
plot3(m(:,1),m(:,2),m(:,3),'o')
; grid on;          2.1 5.2 21
                    0.0 -0.1 22
                    0.0 -0.1 23
                    4ª sessão
                    -3.3 -3.4 24
                    0.0 -0.3 25
clear all; close all; clc;
m = [-3.6 -1.6 1      -2.7 -4.2 26];
      -3.7 -1.3 2      plot3(m(:,1),m(:,2),m(:,3),'o')
      -3.5 -1.6 3      ; grid on;
      -3.2 -2.2 4
      -3.1 -2.7 5
      -3.0 -1.5 6
      -0.1 0.0 7
      -3.1 -1.9 8
      -1.9 -3.5 9
      -2.8 -2.7 10
      -2.9 -2.5 11
      -1.9 -4.1 12
      -2.5 -3.0 13
      -2.2 -3.4 14
      -2.9 -1.7 15
      -1.7 -3.6 16
      -1.7 -3.2 17
      -1.9 -3.2 18
      -2.3 -3.2 19
      -2.9 -2.9 20
      -2.8 -1.6 21
      -2.5 -3.0 22
      -3.6 -2.1 23
      -2.2 -2.7 24
      -3.3 -1.6 25
      -2.5 -2.6 26];
plot3(m(:,1),m(:,2),m(:,3),'o')
; grid on;

5ª sessão

clear all; close all; clc;
m = [-3.1 -3.9 1
      -3.7 -3.7 2
      -3.3 -3.4 3
      -2.6 -3.6 4
      -3.0 -2.2 5
      -2.7 -3.6 6
      -3.3 -3.4 7

```

Smeagol (Figura 5)

```

1ª sessão
clear all; close all; clc;
m = [0.4 -2.0 1
      0.2 -1.9 2
      -0.7 -1.8 3
      0.4 -1.9 4
      0.0 -2.0 5
      0.1 -2.0 6
      -0.1 -2.0 7
      0.5 -1.7 8
      -0.1 -1.9 9
      0.4 -1.9 10
      -0.5 -1.9 11
      -0.8 -1.8 12
      -0.1 -1.9 13
      0.0 -2.0 14
      0.0 -2.0 15
      0.0 -1.9 16
      -1.0 -1.4 17
      -0.1 -1.8 18
      -0.4 -1.9 19
      -0.1 -1.4 20
      -0.2 -1.8 21
      -0.5 -1.6 22
      -0.8 -1.8 23
      -0.6 -1.9 24
      -0.3 -2.0 25
      1.4 -1.4 26
      -0.2 -2.0 27
      -0.9 -1.7 28
      -0.1 -2.0 29
      -0.9 -1.6 30
      -0.8 -1.8 31];
plot3(m(:,1),m(:,2),m(:,3),'o')
; grid on;

3ª sessão
clear all; close all; clc;
m = [-0.2 -3.0 1
      0.4 -2.9 2
      0.5 -2.9 3
      0.0 -3.0 4
      -1.3 -2.5 5
      -1.4 -2.5 6
      -1.1 -2.8 7
      -0.4 -2.9 8
      0.3 -3.0 9
      -0.4 -2.7 10
      -0.1 -3.0 11
      -0.5 -2.7 12
      -0.9 -2.8 13
      -1.3 -2.7 14
      -1.0 -2.6 15
      -0.5 -2.9 16
      -1.2 -2.7 17
      -1.1 -2.6 18
      -0.6 -2.9 19
      -0.1 -1.9 20
      -0.4 -2.9 21
      -1.2 -2.7 22
      -0.1 -2.8 23
      -1.1 -2.6 24
      -0.6 -2.8 25
      -0.3 -2.7 26
      -0.1 -3.0 27
      -0.6 -2.9 28
      -0.4 -2.9 29
      -0.5 -2.9 30
      -0.1 -2.9 31]

2ª sessão
clear all; close all; clc;
m = [0.4 -2.0 1
      0.2 -1.9 2
      -0.7 -1.8 3
      0.4 -1.9 4
      0.0 -2.0 5
      0.1 -2.0 6
      -0.1 -2.0 7
      0.5 -1.7 8
      -0.1 -1.9 9
      0.4 -1.9 10
      -0.5 -1.9 11
      -0.8 -1.8 12
      -0.1 -1.9 13
      0.0 -2.0 14
      -1.0 -2.2 15
      -0.9 -2.4 16
      -0.8 -2.8 17
      -1.2 -2.7 18
      -0.3 -3.0 19
      -0.6 -2.9 20
      -0.7 -2.7 21
      -1.3 -2.6 22
      -0.2 -3.0 23
      -0.5 -2.6 24
      0.2 -3.0 25
      -1.1 -2.8 26
      -0.5 -2.7 27
      -0.9 -2.9 28
      -1.0 -2.9 29
      -0.8 -2.8 27
      -1.3 -2.8 28
      -0.5 -2.8 29
      -1.0 -2.7 30
      -0.5 -2.1 31
      -1.3 -2.8 32
      -1.1 -2.7 33
      -0.7 -2.9 34
      0.0 -2.9 35
      -0.8 -2.8 36
      -1.1 -2.7 37
      -0.5 -2.9 38
      -1.3 -2.6 39
      -0.2 -2.9 40
      -1.3 -2.7 41
      -0.2 -2.9 42
      -1.1 -2.8 43
      -0.7 -2.9 44
      -1.0 -2.9 45
      -0.8 -2.8 46
      -1.3 -2.8 47
      -0.5 -2.8 48
      -1.3 -2.8 49
      -0.4 -2.9 50
      -1.1 -2.6 51
      -1.1 -2.8 52
      -1.3 -2.7 53
      -0.5 -2.8 54
      -1.0 -2.7 55
      -0.5 -2.1 56
      -1.3 -2.8 57
      -1.1 -2.7 58
      -0.7 -2.9 59
      0.0 -2.9 60
      -0.8 -2.8 61
      -1.1 -2.7 62
      -0.5 -2.9 63
      -1.3 -2.6 64
      -0.2 -2.9 65
      -0.2 -2.8 66
      -1.0 -2.6 67
      -0.7 -2.9 68
      -0.2 -2.7 69
      -1.1 -2.9 70
      -0.9 -2.7 71
      -0.9 -2.9 72
      -0.8 -2.7 73
      -0.6 -2.8 74
      -0.8 -2.2 75
      -0.6 -3.1 76
      -0.3 -2.9 77
      0.8 -2.8 78
      0.3 -2.9 79
      0.0 -3.1 80
      -0.6 -2.9 81
      0.4 -3.0 82
      -0.2 -2.8 83
      0.1 -2.8 84];
plot3(m(:,1),m(:,2),m(:,3),'o')
; grid on;

```

```

4ª sessão
clear all; close all; clc;
m = [0.0 -3.9 1
      0.6 -4.0 2
      -0.4 -3.9 3
      -0.2 -3.8 4
      -0.2 -3.8 5
      0.2 -3.9 6
      0.1 -4.0 7
      0.2 -4.1 8
      0.4 -3.8 9
      0.3 -3.9 10
      0.3 -4.0 11
      0.5 -4.0 12
      0.0 -3.9 13
      0.7 -3.8 14
      0.1 -3.9 15
      -0.2 -3.7 16
      -0.1 -4.0 17
      -0.2 -4.0 18
      -0.5 -4.0 19
      0.5 -3.9 20
      -0.8 -3.9 21
      -0.2 -4.0 22
      0.0 -4.0 23
      -0.3 -4.0 24
      0.4 -3.8 25
      0.1 -3.7 26
      -0.2 -4.0 27
      0.0 -4.0 28
      0.3 -4.0 29
      -0.5 -4.0 30
      0.0 -4.0 31
      0.1 -3.9 32
      -0.5 -4.1 33
      0.0 -4.0 34
      -0.3 -3.8 35
      0.5 -4.0 36
      -0.7 -4.0 37
      0.5 -3.9 38
      0.3 -4.0 39
      -0.2 -3.9 40
      -0.1 -3.6 41
      0.0 -3.9 42
      0.3 -4.0 43
      -0.6 -4.0 44
      -0.5 -3.9 45
      -0.3 -3.9 46
      0.5 -3.9 47
      0.7 -4.0 48
      -0.7 -4.0 49
      0.6 -3.9 50
      1.0 -3.8 51
      0.5 -4.0 52
      1.1 -3.8 53
      0.4 -3.9 54
      -0.2 -3.7 55
      -0.2 -4.0 56
      0.8 -3.9 57
      0.4 -4.0 58
      -0.1 -3.7 59
      0.6 -4.0 60
      0.0 -3.8 61
      -0.1 -3.9 62
      -0.5 -4.0 63
      -0.3 -3.9 64
      -0.5 -3.9 65
      0.4 -4.0 66
      0.2 -4.0 67
      0.3 -4.0 68];
plot3(m(:,1),m(:,2),m(:,3),'o')
; grid on;

2.1 -4.2 42
-2.9 4.1 43
2.8 -4.1 44
2.9 -4.0 45
3.1 -3.9 46
2.5 -4.3 47
2.6 -4.1 48
2.6 -4.1 49
2.4 -4.4 50
1.8 -4.4 51];
plot3(m(:,1),m(:,2),m(:,3),'o')
; grid on;

5ª sessão
clear all; close all; clc;
m = [0.7 -4.8 1
      -0.7 -5.0 2
      0.8 -4.7 3
      1.1 -4.9 4
      3.2 -3.9 5
      1.6 -4.6 6
      2.8 -4.2 7
      1.1 -4.5 8
      2.7 -4.1 9
      2.9 -4.0 10
      2.4 -4.3 11
      3.4 -3.7 12
      3.3 -3.6 13
      3.3 -3.7 14
      3.4 -3.6 15
      2.7 -4.1 16
      1.4 -4.6 17
      2.5 -3.6 18
      2.7 -4.2 19
      2.9 -3.8 20
      2.7 -4.2 21
      3.0 -3.1 22
      3.6 -3.5 23
      3.0 -3.6 24
      2.8 -4.1 25
      3.1 -3.8 26
      1.2 -4.8 27
      2.9 -3.2 28
      2.7 -3.8 29
      3.2 -3.9 30
      2.4 -4.1 31
      2.8 -3.3 32
      2.9 -3.4 33
      3.0 -3.8 34
      2.6 -4.2 35
      5.9 -3.2 36
      3.0 -3.9 37
      3.5 -3.5 38
      2.2 -3.9 39
      2.6 -4.0 40
      2.9 -3.9 41

```