UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA EXPERIMENTAL

Mirela Louise Alves

**Treino de relações arbitrárias e avaliação da emergência de transitividade
em ratos utilizando estímulos olfativos**

SÃO PAULO
2020

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA EXPERIMENTAL

Mirela Louise Alves

Treino de relações arbitrárias e avaliação da emergência de transitividade em ratos utilizando
estímulos olfativos

Versão Original

Dissertação de mestrado entregue ao
programa de pós-graduação em Psicologia
Experimental, como parte dos requisitos para
obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Psicologia
experimental
Orientador(a): Prof.^a Dra. Miriam Garcia
Mijares.

SÃO PAULO
2020

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

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

Alves, Mirela Louise

Treino de relações arbitrárias e avaliação da emergência de transitividade em
ratos utilizando estímulos olfativos / Mirela Louise Alves; orientadora Miriam
Garcia Mijares; co-orientador Fábio Leyser Gonçalves. -- São Paulo, 2020.
103 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Psicologia Experimental) -
- Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2020.

1. matching to sample. 2. estímulo olfativo. 3. discriminação condicional. 4. ratos.
5. transitividade. I. Mijares, Miriam Garcia, orient. II. Gonçalves, Fábio Leyser, co-
orient. III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Mirela Louise Alves

Treino de relações arbitrárias e avaliação da emergência de transitividade em ratos
utilizando estímulos olfativos

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Psicologia Experimental da
Universidade de São Paulo como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título de
Mestre em Psicologia Experimental.

Área de concentração: Psicologia Experimental

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi, além de um marco na minha carreira profissional, um grande desafio pessoal. Quando digo que teria sido impossível chegar até o fim sem a ajuda de várias pessoas, é muito mais do que apenas uma frase clichê de fim de trabalho. Agradeço imensamente a todos os familiares, amigos, colegas e professores que me apoiaram e participaram desse momento tão singular da minha vida. Em particular, gostaria de agradecer:

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Miriam Garcia Mijares, por ter me acolhido na USP, me guiado e me ensinado tanto ao longo do mestrado. Obrigada por me inspirar e me incentivar a continuar no caminho da ciência.

Às professoras Dr.^a Paula Debert e Dr.^a Andréia Schmidt pelas valiosas contribuições no Exame Geral de Qualificação. Às mesmas e à Prof.^a Dr.^a Viviane Verdu Rico também agradeço pela disposição para participar da avaliação deste trabalho como integrantes da Comissão Julgadora da dissertação.

Aos colegas do Laboratório de Investigação Comportamental (LabIC-USP) e do Laboratório de Análise do Comportamento e Neurociências (LACEN-Unesp), pela companhia, pelos cafés compartilhados, pelas risadas e lamentações, e por terem me ajudado a encontrar um pedacinho de lar dentro da universidade.

Aos funcionários do IPUSP, por me ajudarem enormemente a me situar e cumprir com os deveres do curso, sempre com muita disposição e gentileza.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro fundamental para a execução deste trabalho.

Aos meus pais, pela paciência de quem me aturou e me sustentou por tanto tempo, e por terem topado encarar esse desafio junto comigo.

Finalmente, à pessoa a quem nenhuma palavra daria conta de expressar o tamanho da minha gratidão. Obrigada, Prof. Dr. Fábio Leyser Gonçalves, pela coorientação deste trabalho e por ter possibilitado a coleta de dados no LACEN. Obrigada pelos conselhos e orientações. Obrigada por ter acreditado em mim quando nem eu mesma acreditava. Eu não sei o que o futuro reserva para mim e para minha carreira, mas eu sei que onde quer que eu vá, você continuará sendo um grande modelo de profissional e de pessoa.

“O cientista pode ser definido como a pessoa cuja satisfação da curiosidade
também é um meio de vida.”

(Sidman, 1976)

RESUMO

ALVES, M. L. (2020). *Treino de relações arbitrárias e avaliação da emergência de transitividade em ratos utilizando estímulos olfativos* (Dissertação de Mestrado) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

A partir de procedimentos de *matching to sample* arbitrário é possível demonstrar a formação de classes de equivalência de estímulos. Para um desempenho ser considerado sob controle de relações de equivalência, é preciso demonstrar que as relações formadas entre os estímulos têm as propriedades reflexividade, simetria, transitividade e transitividade simétrica. Alguns estudos apresentam evidências da emergência de transitividade em animais, embora também apontem algumas limitações. Entre as estratégias utilizadas para facilitar a aprendizagem e a emergência de relações arbitrárias está a utilização de métodos compatíveis com as características da espécie estudada. Esta pesquisa teve como objetivo investigar a formação de relações arbitrárias e emergência de transitividade em ratos através de um procedimento de *matching-to-sample* simultâneo utilizando estímulos olfativos. Seis ratos Wistar participaram do experimento, que consistiu em duas fases de treino de relações arbitrárias e suas respectivas relações inversas (AB-BA e AC-CA), uma fase de treino misto, uma fase de teste de transitividade (BC-CB), uma fase de treino de identidade (AA) e outra fase de teste de transitividade (BC-CB). Cinco sujeitos aprenderam todas as relações treinadas em 98 sessões, em média. Dois deles apresentaram um índice discriminativo acima do acaso ($p < 0,05$) em pelo menos uma sessão de teste. Todos os ratos que fizeram o primeiro teste de transitividade, também passaram pelo treino de identidade, e atingiram o critério em menos de dez sessões. Na segunda rodada de teste, três ratos apresentaram índice discriminativo acima do acaso ($p < 0,05$), embora não de forma consistente ao longo das sessões de teste. Embora tenha sido possível observar um desempenho compatível com as relações de transitividade em alguns momentos do experimento, o procedimento utilizado não foi suficiente para uma demonstração clara da emergência desta relação.

Palavras-chave: *matching-to-sample*, estímulo olfativo, discriminação condicional, ratos, transitividade.

ABSTRACT

ALVES, M. L. (2020). *Arbitrary training and transitivity tests in rats using olfactory stimuli*. (Master Thesis) – Institute of Psychology, University of São Paulo, São Paulo.

The search for evidence of equivalence class formation and emergent relations in non-human animals has been an important topic of debate in the stimulus control field. This research investigated whether rats could show emergent transitivity, one of the equivalence properties, after the acquisition of arbitrary stimulus relations and their symmetric counterparts in a manual, simultaneous matching-to-sample procedure using olfactory stimuli. Six male Wistar rats were trained on AB, BA, AC, and CA relations and tested for BC and CB conditional relations. All rats that finished the first transitivity testing phase also received identity AA training and a second transitivity (BC-CB) testing phase. The equipment used was a wooden box built for presenting one sample and three comparison stimuli. Olfactory stimuli were made by mixing sand and liquid odorants. A sugar pellet was buried on the sample and correct comparison stimuli. Five rats reached the criteria for all the baseline relations in approximately 98 sessions. Two of them showed a discriminative ratio above chance level ($p < 0.05$) for the transitivity probes in one session. After the probe sessions, all five rats received identity match training with the same stimuli used for the arbitrary match and took less than 10 sessions to reach criterion. Then, the probe tests were repeated and three rats showed above-chance performance in, at least, one session. Although it was possible to observe a performance compatible with transitivity in some moments of the experiment, the applied procedure was not sufficient for a strong demonstration of the emergence of this relation.

Keywords: matching-to-sample, olfactory stimuli, rats, conditional discrimination, transitivity.

SUMÁRIO	
1. INTRODUÇÃO	12
2. ESTUDOS SOBRE DISCRIMINAÇÃO CONDICIONAL EM ANIMAIS NÃO-HUMANOS	20
2.1. Identidade e singularidade	20
2.2. Reflexividade	26
2.3. Simetria	30
2.4. Transitividade	34
2.5. Equivalência	38
3. OBJETIVOS	42
4. EXPERIMENTO 1	43
4.1. Método	43
4.1.1. Sujeitos	43
4.1.2. Equipamentos e materiais	43
4.1.3. Procedimentos	45
4.1.4. Métodos de análise dos resultados	50
4.2. Observação dos aspectos éticos	51
4.3. Resultados	51
4.3.1. M1	51
4.3.2. M2	55
5. EXPERIMENTO 2	60
5.1. Método	60
5.1.1. Sujeitos	60
5.1.2. Equipamentos e materiais	60
5.1.3. Procedimentos	61
5.1.4. Métodos de análise dos resultados	64
5.2. Observação dos aspectos éticos	65
5.3. Resultados	65
5.3.1. W15	65
5.3.2. W14	69
5.3.3. W13	73
5.3.4. W16	79

6. Síntese dos resultados	84
7. Discussão Geral	87
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS	94
ANEXOS	99
APÊNDICES.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos de uma discriminação simples.....	13
Figura 2 - Elementos de uma discriminação condicional.	14
Figura 3 – Esquema das estruturas de treino.....	16
Figura 4 – Possíveis relações emergentes a partir de um treino AB e BC.....	17
Figura 5 – Esquema do procedimento aplicado por Sweeney e Urcuioli (2010).....	28
Figura 6 – Esquema das relações treinadas no estudo de Nakagawa (2001).	37
Figura 7 – Desenho da caixa experimental.	44
Figura 8 – Fotos da caixa experimental.	45
Figura 9 – Desempenho do sujeito M1 ao longo do experimento.	52
Figura 10 – Desempenho do sujeito M2 ao longo do experimento.	56
Figura 11 – Desempenho do sujeito W15 ao longo do experimento.	66
Figura 12 – Desempenho do sujeito W14 ao longo do experimento.	71
Figura 13 – Desempenho do sujeito W13 ao longo do experimento.	74
Figura 14 – Desempenho do sujeito W13 no Treino Misto, Testes e Treinos de Identidade.	75
Figura 15 – Desempenho do sujeito W16 ao longo do experimento.	80
Figura 16 - Distribuição das respostas por posição nas sessões de treino adaptado com dois estímulos de comparação.	81
Figura 17 – Esquema resumido do procedimento aplicado partindo da teoria de Urcuioli (2008).	88

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Conjuntos de estímulos utilizados para os sujeitos M1 e M2.	45
Tabela 2 – Sequência de procedimentos do Experimento 1.	50
Tabela 3 – Respostas do sujeito M1 nas tentativas de sonda do Teste 1.	53
Tabela 4 – Respostas do sujeito M1 nas tentativas de sonda do Teste 2.	54
Tabela 5 – Respostas do sujeito M2 nas tentativas de sonda do Teste 1.	57
Tabela 6 – Respostas do sujeito M2 nas tentativas de sonda do Teste 2.	58
Tabela 7 – Conjuntos de estímulos para os sujeitos W13, W14, W15 e W16.....	61
Tabela 8 – Sequência de procedimentos do Experimento 2.	64
Tabela 9 – Respostas do sujeito W15 nas tentativas de sonda do Teste 1.....	67
Tabela 10 – Respostas do sujeito W15 nas tentativas de sonda do Teste 2.....	68
Tabela 11 – Respostas do sujeito W14 nas tentativas de sonda do Teste 1.....	72
Tabela 12 – Respostas do sujeito W14 nas tentativas de sonda do Teste 2.....	73
Tabela 13 – Respostas do sujeito W13 nas tentativas de sonda do Teste 1.....	76
Tabela 14 – Respostas do sujeito W13 nas tentativas de sonda das três primeiras sessões dos testes adicionais.	77
Tabela 15 – Respostas do sujeito W13 nas tentativas de sonda nas três últimas sessões dos testes adicionais..	77
Tabela 16 – Dados totais de duração do experimento para cada sujeito.....	84
Tabela 17 – Resumo dos resultados obtidos para cada sujeito.	85
Tabela 18 – [Apêndice A] Configuração das tentativas para o treino das relações AB-BA para a etapa com três comparações do sujeito W13.	103

1. INTRODUÇÃO

No comportamento operante, a probabilidade de um organismo emitir uma resposta é alterada pelas diferentes consequências produzidas por ela (Catania, 1999; Ferster & Skinner, 1957). Considerando que uma resposta operante sempre ocorre diante de algum estímulo antecedente, quando tais respostas são selecionadas pelas consequências, também há a formação de operantes discriminados (Skinner, 1938). Um operante discriminado é uma classe de respostas que é reforçada diferencialmente em relação a propriedades do estímulo antecedente (Catania, 1999). Nessa situação, o estímulo antecedente sinaliza a possibilidade de reforço a uma resposta, aumentando a probabilidade de ocorrência dessa resposta diante desse estímulo. Esse efeito de um estímulo antecedente sobre a ocorrência de uma resposta é chamado de controle de estímulos (Terrace, 1966).

Em uma discriminação simples, a resposta (R) é seguida de reforço (S^r) se ocorrer na presença de um estímulo antecedente, comumente chamado de estímulo discriminativo (S^d) e não é seguida de reforço se ocorrer diante de outro(s) estímulo(s), frequentemente chamado(s) de estímulo(s) delta (S^Δ). O processo de discriminação pode ser descrito como uma relação de contingência “se...então”, ou seja, “se o estímulo discriminativo estiver presente, então a resposta produz reforço” e “se o estímulo delta estiver presente, então a resposta não produz reforço” (Figura 1). Dessa forma, tem-se uma condição em que a relação entre o estímulo antecedente e a resposta é controlada pelo reforçador, criando duas classes de estímulos: os correlacionados e os não-correlacionados ao reforço. (Catania, 1999; Sérgio, Andery, Gioia, & Micheletto, 2010). Por exemplo, um rato pode aprender que pressionar uma barra (R) quando uma luz estiver acesa (S^d) produz a apresentação de uma pelota de ração (S^r), e que emitir a mesma resposta quando a luz estiver apagada (S^Δ) não produz a mesma consequência. Após algumas exposições a essa condição de reforço diferencial, o controle do S^d sobre R é verificado se o rato passa a responder apenas (ou com uma frequência muito maior) na presença da luz.

$$S^d : R - S^r$$

$$S^\Delta : R - \r$

Figura 1 - Elementos de uma discriminação simples. Na primeira linha: a resposta emitida diante de um estímulo discriminativo produz a apresentação de um estímulo reforçador. Na segunda linha: a resposta emitida diante de um estímulo delta não produz reforçador. Fonte: Elaborado pela autora.

No entanto, esta relação entre resposta e reforço pode passar a ser sinalizada pela relação entre dois ou mais estímulos antecedentes. Este processo é chamado de discriminação condicional, uma vez que é uma condição em que discriminações simples dependem de um outro evento (Figura 2). Neste tipo de discriminação, a função de S^d e S^Δ passa a ser definida pela presença de outro estímulo antecedente, o qual é chamado de estímulo condicional (S^c). As classes de estímulo resultantes do reforço diferencial neste tipo de discriminação incluem o estímulo condicional e o estímulo discriminativo, e são chamadas de relações condicionais entre estímulos. (Catania, 1999; Sérgio et al., 2010; Sidman & Tailby, 1982). Por exemplo, um pombo pode aprender que, quando uma luz estiver acesa (S^1), bicar um disco (R) com a figura de um triângulo (S^3) produz a apresentação de alimento, mas bicar um disco com a figura de uma cruz (S^4), não; por outro lado, ele também pode aprender que, quando a luz estiver apagada (S^2), bicar no disco com a figura da cruz (S^4) produz a apresentação alimento, e bicar no disco com o triângulo (S^3), não.

Figura 2 - Elementos de uma discriminação condicional. Na presença do estímulo condicional S^1 , a resposta R emitida diante do estímulo S^3 (discriminativo) produz a apresentação de um estímulo reforçador S^r , mas a mesma resposta diante do estímulo S^4 (delta), não produz o estímulo reforçador. Já na presença do estímulo condicional S^2 , a resposta que produz a apresentação do reforçador deve ocorrer diante de S^4 e não S^3 . Fonte: Elaborado pela autora.

Um procedimento amplamente utilizado para estudo de discriminações condicionais é o *matching-to-sample* (MTS)¹, também conhecido como “emparelhamento com o modelo” ou “escolha de acordo com o modelo”. Em linhas gerais, este procedimento consiste em apresentar, em tentativas discretas, um estímulo modelo (S^c), e estímulos de comparação (S^d e S^A), sendo a função dos estímulos de comparação dependente de qual é o modelo (Catania, 1999; Sérgio et al., 2010).

A execução do MTS possui vários aspectos que podem ser alterados, criando tipos diferentes de procedimentos. Um desses aspectos refere-se à dinâmica de apresentação do estímulo modelo e dos de comparação durante uma tentativa. Em um MTS sucessivo, os estímulos modelo e comparação são apresentados ao sujeito em diferentes momentos (*i.e.*, o modelo é removido antes da apresentação das comparações, sejam estes disponibilizados de forma simultânea ou individualizada). Já em um MTS simultâneo, o modelo fica disponível ao sujeito mesmo após a apresentação dos estímulos de comparação. Em ambos os casos, para aumentar a probabilidade de que o estímulo modelo esteja exercendo controle sobre a resposta do sujeito, é possível optar por exigir uma resposta diante do modelo antes de liberar o acesso aos estímulos de comparação, chamada de resposta de observação (Sérgio et al., 2010).

¹ Neste trabalho, a expressão *matching-to-sample* será sempre usada para nomear o procedimento, embora também possa ser encontrada na literatura referindo-se ao processo comportamental resultante dele (Sérgio et al., 2010).

Outro aspecto do procedimento de MTS é o tipo de relação condicional entre os estímulos que está sendo ensinada: identidade, singularidade ou arbitrária, por exemplo. No *matching* de identidade, o estímulo discriminativo é qualitativamente igual ao condicional; ou seja, em um treino da relação de identidade, a resposta reforçada é a emitida diante do estímulo comparação idêntico ao modelo. Por exemplo, em um jogo, uma criança pode receber pontos quando aponta para uma figura idêntica à apresentada anteriormente; se aparece primeiro a figura de uma casa, ela deve apontar para a figura da casa, e não a figura de uma bola. No *matching* de singularidade (também chamado de *nonmatching-to-sample*, *oddity-from-sample*), tem-se a situação oposta: o estímulo discriminativo é aquele que difere do condicional e o sujeito deve responder no estímulo comparação diferente do modelo. Partindo do exemplo anterior, a criança agora ganha pontos quando aponta para uma figura diferente da apresentada anteriormente, ou seja, diante da figura de uma casa, deve apontar para a bola, e não para a casa. Já no *matching* arbitrário, a relação entre os estímulos é construída apenas pela história de reforço, formando uma classe de estímulos arbitrariamente relacionados, portanto, não é possível definir a relação entre os estímulos comparando suas propriedades físicas (Sério et al., 2010; T. R. Zentall, 1996). No exemplo do jogo, uma criança pode ganhar pontos quando aponta a figura de uma casa diante da palavra escrita “CASA”. Em um experimento, as relações arbitrárias entre estímulos são definidas pelo experimentador, mas o quanto o sujeito irá responder sob controle destas relações dependerá da eficácia do treino. Embora o foco do presente trabalho seja o estudo de relações condicionais, é importante ressaltar que essas relações são selecionadas pelas consequências das respostas emitidas diante deles; portanto, o estabelecimento do controle por estes estímulos pode ser afetado por características da resposta e do reforçador, os quais também fazem parte da relação.

Muitas vezes, os estímulos condicionais e discriminativos são agrupados em conjuntos de estímulos, que costumam ser indicados por letras para facilitar a compreensão das relações envolvidas no experimento. Por exemplo, tendo um conjunto de estímulos A e um B, a notação AB refere-se a uma condição em que, em um treino de MTS, os estímulos de A aparecem como modelo e os de B como comparação. Dessa forma, mais um aspecto que pode ser manipulado no procedimento de MTS, em especial no treino de relações arbitrárias, é o que Saunders e Green (1999) chamaram de estrutura do treino, ou seja, o arranjo de estímulos e sequência de discriminações que compõe o treino de linha de base. *One-to-many* (OTM, ou “um para muitos”), *many-to-one* (MTO, ou “muitos para um”) e série linear (Figura 3) são algumas estruturas frequentemente usadas no estudo de relações arbitrárias. No treino OTM,

também conhecido como *sample-as-node*, existe um conjunto em comum a todas as relações treinadas e os elementos desse conjunto aparecem como modelo durante o treino – por exemplo, em um treino AB e AC, nas relações AB, os estímulos do conjunto A aparecem como modelo e os do B como comparação; nas relações AC, os elementos do conjunto A aparecem também como modelo, e os do conjunto C como comparação; dessa forma, o conjunto A é o elemento em comum entre as relações AB e AC, e aparece sempre na posição de modelo. No treino MTO, também conhecido como *comparison-as-node*, os elementos em comum entre os treinos aparecem como comparação (*e.g.* AB e CB). E no treino linear, os estímulos em comum aparecem tanto como modelo, quanto como comparação nos treinos (*e.g.* AB e BC). Conforme ressaltam os autores, duas discriminações condicionais com um conjunto de estímulos em comum, sendo que cada conjunto deve ter três elementos, seguidas de um teste que avalie as relações não treinadas diretamente, são as condições mínimas para o estudo de relações de equivalência.

Figura 3 – Esquema das estruturas de treino. As setas indicam uma relação treinada, apontando para o conjunto apresentado como comparação. Fonte: Elaborado pela autora.

A partir do uso do *matching-to-sample* como um procedimento de ensino de leitura para adolescentes com desenvolvimento atípico, Sidman e colaboradores (Sidman, 1971; Sidman & Cresson, 1973; Sidman, Cresson, & Willson-Morris, 1974) observaram que os participantes respondiam de acordo com algumas relações condicionais entre estímulos sem que houvesse treino prévio. A esse conjunto de relações os autores chamaram de equivalência. Essas relações são definidas pela emergência das relações de reflexividade, simetria, transitividade e simetria da transitividade. Reflexividade significa que o sujeito demonstra um emparelhamento de um estímulo com ele mesmo (*e.g.* escolher A1 diante de A1); simetria implica em uma reversão da relação funcional aprendida entre amostra e comparação (*e.g.*, escolher B1 diante de A1 sendo que aprendeu a escolher A1 diante de B1); para demonstrar transitividade são necessários, no mínimo, três conjuntos de estímulos, pois se trata da emergência de uma terceira relação condicional da qual participam estímulos que não foram

relacionados diretamente durante o treino (*e.g.*, escolher B diante de C após ter aprendido a escolher B diante de A e C diante de A); já a simetria da transitividade é o inverso de uma relação transitiva (*e.g.*, escolher C diante de B com o mesmo histórico de aprendizagem do exemplo anterior). Segundo os autores, para demonstrar que estímulos arbitrários estão relacionados por equivalência, é preciso realizar testes que evidenciem a aprendizagem de todas as propriedades citadas; ou seja, que, a partir de um treino arbitrário, o sujeito apresente as relações de reflexividade, simetria e transitividade (Figura 4). Tais relações, quando aprendidas sem treino explícito, são chamadas de relações emergentes (McIlvane, 1998).

Figura 4 – Esquema das possíveis relações emergentes a partir de um treino A-B e B-C. As setas pontilhadas indicam as relações não treinadas, sendo I = reflexividade, II = simetria, III = transitividade e IV = equivalência. Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a teoria de Sidman (Sidman & Tailby, 1982; Sidman, 2000), as relações emergentes são resultado direto das contingências de treino de discriminação condicional, não dependente de outros processos. As primeiras observações das relações que, posteriormente, foram chamadas de equivalência, foram feitas em seres humanos (Sidman, 1994). Como ressaltam Kastak et al. (2001), resultados positivos são rotineiramente obtidos em testes das propriedades de equivalência com adultos intelectualmente competentes, crianças a partir de dois anos e mesmo algumas pessoas com deficiência intelectual. No entanto, quando o foco das pesquisas passou a ser a emergência de relações condicionais em animais não-humanos, muitas dificuldades foram observadas (Lionello-DeNolf, 2009; Sidman et al., 1982). Isso levou ao questionamento sobre quais seriam os pré-requisitos para a formação de relações de equivalência: seria essa uma capacidade exclusiva do organismo humano? Seria uma habilidade dependente de repertório verbal, e, por isso, não observada em outros organismos? Ou seria uma dificuldade de encontrar métodos que consigam avaliar os repertórios emergentes em não-humanos de maneira adequada? (Dube, McIlvane, Callahan, & Stoddard,

1993) Alguns pesquisadores propuseram outros modelos explicativos ao paradigma de que a formação de classes de equivalência é produto de determinadas contingências, como, por exemplo, a Teoria dos Quadros Relacionais, ou *Relational Frames Theory* (Hayes, Gifford, & Wilson, 1996), e a Teoria da Nomeação (Horne & Lowe, 1996). O principal contraste destas teorias com a proposta de Sidman é a compreensão das relações emergentes como um subproduto de outros processos comportamentais. No caso da Teoria da Nomeação, a formação de relação de equivalência só seria possível através de um repertório verbal, e, portanto, uma capacidade restrita à espécie humana. A Teoria dos Quadros Relacionais propõe que a formação de relações entre estímulos como um comportamento operante, chamado de responder relacional, e entende o surgimento de novas relações entre estímulos como um resultado do treino de diversas formas de responder relacional; ou seja, como apontam Moreira, Todorov e Nalini (2006), para esta teoria uma relação de equivalência também é produto das contingências, mas é aprendida. Nesse sentido, o estudo com animais não-humanos pode ajudar a compreender a formação de relações emergentes e contribuir para o desenvolvimento teórico sobre o assunto.

De acordo com Paula e Haydu (2010), a emergência de relações condicionais e a expansão de classes representam uma grande economia para a aprendizagem de diversos comportamentos. Um exemplo é o estudo de Sidman, Kirk, e Willson-Morris (2006), cujos resultados sugerem que uma classe de estímulos equivalentes pode ser ampliada pelo emparelhamento de apenas um de seus membros com um estímulo novo, sem necessidade de treino direto com todos os estímulos envolvidos. Na revisão bibliográfica feita pelas autoras (Paula & Haydu, 2010), é possível encontrar uma grande variedade de aplicações do modelo de Sidman de treino para formação de relações emergentes em humanos, em especial na área de educação. No entanto, os resultados revelam que, entre os 655 resumos de estudos brasileiros sobre equivalência de estímulos publicados (incluindo artigos, dissertações e teses, e apresentações em eventos nacionais) entre 1997 e 2007, apenas 41 (aprox. 6%) são de pesquisas com animais não humanos. Embora essa pesquisa tenha sido feita há mais de 10 anos e não permita afirmar sobre o estado atual das publicações brasileiras sobre o tema, a discrepância apresentada pelos resultados entre os trabalhos com humanos e animais não-humanos não parece ser incidental. Ainda que essa revisão esteja restrita à literatura brasileira, a literatura internacional não parece apresentar um número expressivo de estudos sobre equivalência com animais não humanos, como poderá ser visto a seguir. Discutir as

capacidades de outros animais ajuda a compreender os aspectos teóricos e testar a generalidade entre espécies da teoria da equivalência como modelo explicativo.

2. ESTUDOS SOBRE DISCRIMINAÇÃO CONDICIONAL EM ANIMAIS NÃO-HUMANOS

2.1. Identidade e singularidade

Da perspectiva de partir do simples para o complexo, através da instalação dos comportamentos que são supostamente pré-requisitos para os seguintes, os sujeitos que dominaram o desempenho de identidade generalizada passam para um segundo nível: ensino das relações arbitrárias ... (Galvão & Barros, 2014)

A citação acima explicita a importância do estudo das relações de identidade e singularidade: embora não façam parte das propriedades de equivalência, são consideradas formas mais simples de aprendizagem relacional. “Mais simples” no sentido de que a relação é formada por reforço contingente às características físicas dos estímulos – ser igual e diferente do modelo – diferentemente das relações arbitrárias, que, como dito anteriormente, não são baseadas nessas características. Porém, o desempenho em questão é mais do que a aprendizagem das relações ensinadas em um treino. Trata-se da generalização dessas relações aprendidas, ou seja, diante de estímulos novos (ou novas configurações de estímulo), o sujeito continua a responder de acordo com a relação de igualdade (ou diferença) aprendida anteriormente, mesmo sem treino específico. O responder controlado pela relação entre os estímulos, em vez de configurações específicas, é considerado demonstração do conceito de “igual a” e “diferente de”, uma vez que há generalização entre os estímulos da mesma classe e discriminação entre os estímulos de outras classes (Keller & Schoenfeld, 1950; T. R. Zentall, Galizio, & Critchfield, 2002). Em geral, essa generalização é avaliada por um teste (*e.g.* tentativas sem reforço diferencial com estímulos novos) ou pela facilidade de aprendizagem da relação com outros conjuntos de estímulos.

Estudos sobre identidade e singularidade com não-humanos incluem experimentos com várias espécies, sendo algumas delas: macaco-prego (Brino et al., 2014; Souza, Borges, Goulart, Barros, & Galvão, 2009; Truppa et al., 2010; Truppa, Mortari, Garofoli, Privitera, & Visalberghi, 2011), chimpanzé (Oden, Thompson, & Premack, 1988), golfinho-roaz (Forestell & Herman, 1988; Herman, Hovancik, Gory, & Bradshaw, 1989), macaco-rhesus (Jackson & Pegram, 1970), leão-marinho (D. Kastak & Schusterman, 1994), foca (Scholtyssek, Kelber, Hanke, & Dehnhardt, 2013), corvo (Smirnova, Lazareva, & Zorina, 2000), equidna (Russell & Burke, 2016), cabra (Roitberg & Franz, 2004), abelha (Giurfa, Zhang, Jenett, Menzel, & Srinivasan, 2001; Moreno & de Souza, 2012), pombo (Damiani, Passos, & Matos, 2002; Katz & Wright, 2006; Urcuioli, 1977; Urcuioli & Nevin, 1975; Wright & Delius, 1994; T. Zentall & Hogan, 1974) e rato (Iversen, 1993; Iversen, 1997; Lazarowski et al., 2019; Prichard et al.,

2015). Como o foco do presente estudo é a investigação de relações condicionais em ratos, alguns experimentos sobre identidade e singularidade generalizadas com este sujeito serão detalhados a seguir.

Iversen (1993) estudou a aprendizagem de relações de identidade em três ratas Long-Evans utilizando estímulos visuais. Na câmara experimental, três chaves dispostas horizontalmente projetavam luz fixa ou luz piscante; o estímulo modelo aparecia na chave do meio e os de comparação, nas laterais. Apertar com o focinho a chave de modelo (resposta de observação) produzia a apresentação dos estímulos comparação, e emitir a mesma resposta no estímulo comparação igual ao modelo produzia pellets de alimento. Respostas ao estímulo diferente do modelo inicialmente provocavam a repetição das tentativas, depois passaram a ser seguidas de um intervalo entre tentativas (IET) prolongado. O autor observou que, para as três ratas, em algum momento do experimento, as respostas eram controladas pela posição ou pelo estímulo específico. Alguns procedimentos de compensação foram aplicados para reduzir esse controle, como aumentar a quantidade de tentativas com o estímulo correto na posição oposta ou com o estímulo em que elas respondiam menos. As ratas levaram cerca de 25 sessões para atingir 80% de acerto e de 50 sessões para atingir 90%. O autor sugere que, mesmo todas as ratas tendo aprendido a responder no estímulo igual, a taxa de aquisição pode não ser a mesma para todas as configurações de estímulos, uma vez que os acertos em cada configuração se distribuíram de forma diferente ao longo do experimento. Então, com os mesmos animais, Iversen (1997) investigou o efeito da mudança da posição do modelo sobre a quantidade de acertos. Apresentando o modelo em todas as três posições, alternando entre direita, centro e esquerda ao longo das tentativas, foi observado que as ratas apenas acertavam nas tentativas semelhantes ao treino anterior, ou seja, com o modelo no centro. Então, foi realizado o mesmo treino de identidade, mas com o modelo sendo apresentado na chave do lado esquerdo, e uma nova exposição ao treino com o modelo aparecendo nas três posições. Como duas ratas não apresentaram indícios de controle pelo modelo na esquerda nesta etapa, apenas uma prosseguiu para o treino com modelo na direita e para uma nova etapa com modelo em todas as posições. Os resultados mostram que, mesmo após atingir uma alta porcentagem de acertos no treino com uma posição fixa, a alternância de posição do modelo prejudicou o desempenho. Com esses dois experimentos, o autor concluiu que o desempenho das ratas indicou uma aprendizagem de estímulos específicos e suas localizações, ou seja, ficou restrito às condições de treino, não sendo possível afirmar que se trata da relação de identidade

generalizada. Esse resultado evidencia que um mesmo estímulo apresentado em posições diferentes pode ter efeito diferente sobre as respostas.

Apesar dos resultados negativos obtidos utilizando estímulos visuais, indícios de controle pela relação de identidade em ratos foram observados utilizando estímulos olfativos. Adaptando o procedimento desenvolvido por Eichenbaum e colaboradores (Bunsey & Eichenbaum, 1996, descrito nas seções "Simetria" e "Transitividade"), Peña, Pitts, e Galizio (2006) aplicaram um procedimento manual de MTS olfativo para estudar a aprendizagem de relações de identidade em quatro ratos Sprague-Dawley. Nesse estudo, uma câmara operante foi modificada para possibilitar a inserção de uma bandeja de acrílico com furos onde eram inseridos copos contendo areia aromatizada com temperos e essências. Os copos eram dispostos de forma que, ao empurrar a bandeja para dentro da câmara, um deles era apresentado (esse sendo o estímulo modelo) e, empurrando mais a bandeja (após a resposta de observação), os outros copos (comparações) eram apresentados, ficando todos os estímulos disponíveis ao sujeito. No início do experimento, o treino de identidade tinha apenas um par de estímulos e a bandeja utilizada tinha capacidade para dois estímulos de comparação. No modelo e comparação correto, a resposta de cavar na areia era seguida do acesso a uma pelota de sacarose que foi enterrada a aproximadamente 1 cm da superfície. O reforço direto para a resposta de observação teve como objetivo garantir a exposição ao estímulo olfativo. Um procedimento de correção foi usado, mantendo os estímulos disponíveis por, no máximo, três minutos ou até que a resposta no correto fosse emitida, embora apenas a primeira resposta fosse registrada. O IET durou, aproximadamente, 15 s, que era o tempo que o experimentador levava para retirar a bandeja, registrar a resposta e trocar os estímulos para a configuração da próxima tentativa. As sessões tinham 24 tentativas e cada estímulo era apresentado o mesmo número de vezes como modelo e como comparação em cada posição (até isso não ser mais possível pela adição de mais estímulos ao longo do experimento). Foi aplicado um procedimento de redução da taxa de reforço no modelo, diminuindo para 50% das tentativas. Novos estímulos foram gradualmente adicionados ao treino conforme o desempenho dos sujeitos atingia o critério de 90% de acerto por duas sessões seguidas, tendo sido utilizados de 29 a 37 odores diferentes. A partir da apresentação do 11º estímulo e até o fim do experimento, algumas tentativas continham pelotas enterradas em todos os copos para avaliar se os ratos estavam respondendo sob controle do cheiro da pelota ao invés do cheiro da areia. Três ratos também passaram por um treino de identidade com três comparações, tanto com dois cheiros diferentes do modelo, mas iguais entre si, como incorretos, quanto com dois estímulos

incorretos diferentes do modelo e entre si. Os resultados apresentaram um forte indício de controle pela relação de identidade, uma vez que o desempenho se manteve alto (maior parte das sessões entre 75% e 95%) ao longo do experimento. Isso ocorreu também nas tentativas que inseriram estímulos novos, na fase com três comparações e nas tentativas com pelotas em todos os copos. Os autores argumentam que o treino com múltiplos exemplares de estímulos e o uso de estímulos olfativos podem ter favorecido o controle pela relação de identidade.

Apesar dos resultados positivos relatados por Peña et al. (2006), a inclusão gradual dos estímulos novos não permite avaliar com clareza o momento em que a generalização das relações acontecem. Partindo desta questão, April, Bruce e Galizio (2011) realizaram dois experimentos, sendo o primeiro mais diretamente relacionado ao presente estudo. Os autores investigaram se o treino usando cinco ou dez estímulos seria suficiente para observar generalização, além de expandir o estudo também para relações de singularidade. Seis ratos passaram por treino com cinco estímulos olfativos em equipamento manual semelhante ao usado por Peña et al. (2006), metade dos sujeitos em cada tipo de contingência (Fase 1). Após atingir o critério de 25 sessões, no mínimo, sendo duas consecutivas com 90% de acerto ou mais, os estímulos foram trocados por outros cinco estímulos novos (Fase 2). Atingindo o critério novamente, as contingências foram invertidas (*i.e.*, os que aprenderam identidade passaram para o treino de singularidade e vice-versa) em um treino com outro conjunto de estímulos (Fase 3). Um rato do grupo de identidade foi substituído por não apresentar aquisição por 50 sessões de treino. Os três que completaram o experimento apresentaram um desempenho acima de 60% em cerca de dez sessões na Fase 1, atingindo o critério de mudança de fase na sessão 25. Os sujeitos iniciaram a Fase 2 com uma quantidade alta de acertos e tiveram desempenho baixo na Fase 3 por várias sessões. O desempenho alto mesmo com a mudança dos estímulos, e baixo na fase de reversão, mostra que os ratos continuaram respondendo no estímulo igual ao modelo mesmo mudando os estímulos específicos, o que os autores interpretaram como sendo evidência de generalização das relações de identidade. Para o grupo que iniciou com treino de singularidade, os resultados da Fase 1 foram semelhantes, embora um dos ratos tenha necessitado de um treino mais extenso (40 sessões) para atingir o critério. Na Fase 2, eles também continuaram a escolher o estímulo comparação diferente com alta frequência desde o começo, e também apresentaram desempenho baixo na Fase 3. Com isso, os autores concluíram que o treino com dez exemplares é suficiente para demonstrar generalização tanto de relações de identidade, quanto de singularidade, utilizando estímulos olfativos em ratos.

Alves e Gonçalves (2018) também investigaram a aprendizagem de relações de identidade e singularidade em ratos. Nessa pesquisa, os autores mantiveram a proposta de procedimento de MTS manual com apresentação simultânea de estímulos olfativos e a resposta de cavar utilizados por Peña et al. (2006) e April et al. (2011), mas com outra caixa experimental e um delineamento com treino de pares de estímulos intercalados por testes de generalização. Os estímulos foram copos com areia aromatizada com essências líquidas, divididos em quatro pares: três para as fases de treino, um apresentado apenas em testes. A caixa utilizada foi feita em MDF e continha dois compartimentos: um com um furo para inserir um copo com o estímulo modelo, e outro com dois furos para os estímulos de comparação. O rato era colocado no primeiro compartimento e, após emitir uma resposta de observação ao modelo, a divisória entre os compartimentos era removida, permitindo que ele andasse até os estímulos de comparação. Cavar no estímulo modelo e no estímulo comparação correto produzia acesso a uma pelota de açúcar, que era enterrada a, aproximadamente, 0,5 cm da superfície. O experimento foi dividido em três fases, cada uma com o treino de um par de estímulos (critério de aprendizagem de 90% de acerto ou mais em duas sessões consecutivas), e sessões de teste de generalização com apresentações novas de estímulos ao final de cada fase, sendo que a demonstração de generalização (90% ou mais) em qualquer etapa encerrava o experimento. Seis ratos passaram por treino de singularidade, e quatro, pelo de identidade. Cinco dos seis sujeitos do grupo de singularidade demonstraram generalização após o treino com um, dois ou três pares de estímulo. Um deles não atingiu o critério experimental, mas apresentou desempenho acima do acaso de acordo com um teste binomial. Dois sujeitos do grupo de identidade demonstraram generalização após passarem pelas três fases de treino. Os outros dois não demonstraram generalização, de acordo com o critério arbitrariamente exigido, em nenhum momento do experimento, mesmo um deles apresentando desempenho acima do acaso em alguns testes. Para estes sujeitos, foi observado forte controle pela posição durante os testes. Os resultados apontaram para uma maior facilidade de aquisição e generalização das relações de singularidade do que para as relações de identidade, com base no menor número de sessões de treino e melhor resultado nos testes. Os resultados de Alves e Gonçalves (2018) indicam que o procedimento manual desenvolvido pelos autores é promissor para o estudo de processos complexos de controle de estímulos com ratos.

Também utilizando um procedimento de MTS similar ao usado por Peña et al. (2006) e April et al. (2011), o trabalho de Lazarowski, Goodman, Galizio, e Bruce (2019) teve como objetivo investigar o quanto o tamanho do conjunto de estímulos afeta a generalização das

relações de identidade e singularidade em ratos. Metade dos sujeitos iniciou o experimento com um treino com dois exemplares de estímulo, passando por um teste de generalização em sondas com dez exemplares novos, outro treino com os mesmos estímulos do teste anterior, e mais um teste com outros dez estímulos novos. A outra metade teve dez estímulos no primeiro treino, mais dez novos no teste, outro treino com os mesmos estímulos do teste e o segundo teste com outros dez estímulos novos. Além disso, os ratos também foram divididos entre treino de identidade (MTS) e treino de singularidade (NMTS), sendo quatro condições experimentais diferentes no total. Dos 29 ratos utilizados, nove foram retirados do experimento por não atingirem o critério de aprendizagem (90% em duas sessões consecutivas) em 50 sessões, sendo todos eles do grupo que recebeu menos exemplares e sete que receberam treino de identidade. Os resultados mostram que, em geral, os ratos que foram treinados com o conjunto de estímulos maior demonstraram um repertório de identidade e singularidade generalizadas desde o primeiro teste, enquanto os que passaram pelo treino com menos exemplares, o fizeram apenas após a expansão da quantidade de estímulos no segundo treino, com exceção de três sujeitos que apresentaram generalização parcial já no primeiro teste. Não foi observada diferença significativa para aquisição e generalização entre as condições de identidade e singularidade. Os autores também compararam os resultados obtidos com os de Prichard, Panoz-Brown, Bruce, e Galizio (2015), que realizaram um experimento semelhante com estímulos olfativos utilizando um olfatômetro². Em ambos os estudos, a maioria dos sujeitos aprendeu as relações treinadas, mas a quantidade de tentativas necessárias para atingir o critério foi muito maior no procedimento automatizado (420 a 2820 no manual, 2304 a 13632 no olfatômetro). Conforme Lazarowski et al. (2019) discutem, por ser semelhante ao comportamento de forrageio, o contato direto e a manipulação dos estímulos tridimensionais podem ter facilitado a aquisição nos procedimentos manuais.

Os resultados dessas pesquisas que utilizaram estímulos olfativos para o estudo de relações entre estímulos em ratos reiteram a sugestão feita por Sidman (2009) de que a utilização de outras modalidades sensoriais, como o olfato e a audição, pode ser vantajosa para o estudo de discriminações condicionais em sujeitos não-humanos.

² Equipamento automatizado para apresentação controlada de estímulos olfativos e registro de respostas.

2.2. Reflexividade

Das propriedades das relações de equivalência, a reflexividade é a que mais se aproxima da relação de identidade. Apesar de alguns estudos apresentarem os conceitos de identidade e reflexividade de forma intercambiável (McIntire, Cleary, & Thompson, 1987; Schusterman & Kastak, 1993; T. R. Zentall & Urcuioli, 1993), é possível compreendê-los como fenômenos distintos. Conforme discutem Sweeney e Urcuioli (2010), identidade generalizada é o responder consistente com um treino prévio de identidade diante de estímulos novos, enquanto reflexividade emergente é o responder ao estímulo igual após um treino de MTS arbitrário. Em humanos, não é possível diferenciar de forma tão clara qual a origem do repertório de “escolher o igual”, uma vez que não há um controle sobre a aprendizagem prévia, mas a pesquisa com animais não-humanos, por possibilitar este controle, permite o estudo desses dois processos separadamente.

McIntire et al. (1987) realizaram um experimento para investigar a formação de relações emergentes em macacos cinomolgos (*Macaca fascicularis*) utilizando um procedimento de MTS. Duas fêmeas foram treinadas a relacionar cores apresentadas em três chaves dispostas horizontalmente na câmara experimental. As cores foram divididas em três conjuntos: conjunto A com as cores 1 e 2, B com as cores 3 e 4, e C com as cores 5 e 6³. O treino de MTS foi feito de forma que esses estímulos pudessem ser classificados em duas potenciais classes de estímulos: “ímpar” e “par” (cores “ímpares” são 1, 3 e 5; cores “pares” são 2, 4 e 6). O modelo era apresentado na chave do meio; após uma resposta de observação, a chave de modelo apagava e eram apresentados os estímulos comparação nas chaves laterais. A resposta ao estímulo correto fazia o outro estímulo apagar, e, após outra resposta ao estímulo correto, era liberada uma porção de alimento e iniciado o IET. Resposta ao estímulo incorreto era seguida do IET. As relações treinadas foram entre as cores 1-1 e 2-2 (treino de identidade⁴ A-A), 1-3 e 2-4 (relação arbitrária A-B), e 3-5 e 4-6 (relação arbitrária BC). Porém, um diferencial desse estudo foi a exigência de respostas diferentes para cada conjunto de estímulo. Diante dos estímulos do conjunto “ímpar”, as macacas deviam apertar a chave por 3,5 segundos (resposta ímpar). Diante dos estímulos do conjunto “par”, elas deviam pressionar a chave por oito vezes (resposta par). Respostas incompatíveis com a categoria do estímulo

³ As letras A, B e C para identificar os conjuntos foram utilizadas para facilitar a explicação do delineamento utilizado, não estando presentes no texto original.

⁴ Os autores usam o termo “treino de reflexividade”.

encerravam a tentativa. Essa modificação no procedimento teve como objetivo estudar o efeito da emissão discriminada de respostas topograficamente diferentes sobre o estabelecimento de relações de equivalência, uma vez que, segundo os autores, essa seria a base do que se costuma chamar de “nomeação”. Após a aprendizagem das relações treinadas, foi realizado o teste em sonda sem reforço das relações 3-3 e 4-4 (B-B, reflexividade) 1-5, 3-1 e 4-2 (B-A, simetria), e 2-6 (A-C, transitividade), e 5-1 e 6-2 (C-A, simetria da transitividade). Ambas as macacas apresentaram desempenho acima de 95% para as relações de reflexividade por mais de 15 sessões de teste. No entanto, como elas passaram tanto por treino de identidade, quanto por treino arbitrário, é difícil identificar se o desempenho no teste se trata de identidade generalizada ou de reflexividade.

Sweeney e Urcuioli (2010) investigaram se haveria emergência de relações de reflexividade após o treino de duas relações arbitrárias com um elo em comum formado por um treino de identidade. Eles partiram de uma proposta teórica do mesmo autor (Urcuioli, 2008) que estabelece que, por serem apresentados em locais ou tempos diferentes, os estímulos modelo e comparação não são considerados os mesmos do ponto de vista do sujeito (no caso, pombos), ainda que sejam fisicamente idênticos. O autor entende que o estímulo é formado pela composição entre suas dimensões, como a forma, a localização ou a sequência. Para facilitar a identificação das dimensões relevantes no experimento, ele utiliza uma notação específica para cada estímulo, com uma letra indicando uma das dimensões (forma, cor, etc.) e um número indicando a posição ou localização do estímulo. Por exemplo, “T1” para denotar “triângulo como modelo” e “T2” para “triângulo como comparação”. Além disso, essa teoria prediz que classes de estímulos são unidas quando compartilham um elemento em comum (*i.e.*, não apenas o mesmo estímulo nominal, mas também na mesma posição), possibilitando o surgimento de novas relações não treinadas. Além do estudo da reflexividade, essa proposta também tem implicações para outros tipos de relação, como simetria (que foi o foco dos experimentos que basearam a formulação dessa teoria) e transitividade, como será discutido adiante.

No estudo de Sweeney e Urcuioli (2010), 12 pombos machos foram treinados em MTS sucessivo a relacionar cores (Conjunto A) e formas (Conjunto B); no caso, os estímulos eram apresentados individualmente e na mesma posição em uma tentativa, com apenas um estímulo de comparação por vez. Após a resposta de observação, o modelo era apagado e era apresentado o estímulo comparação. Nas tentativas reforçadas (*i.e.*, quando o estímulo de comparação era o experimentalmente correlacionado ao modelo), bicar na chave era seguido

da remoção do estímulo, apresentação de alimento e IET de 15 segundos com todas as luzes apagadas. Nas tentativas não reforçadas, a tentativa era encerrada automaticamente após cinco segundos e iniciava-se o IET. Foi registrada a taxa de respostas durante as tentativas. Para avaliar se a aprendizagem das relações arbitrárias seria suficiente para produzir a reflexividade emergente ou se ele seria um efeito do treino de identidade, os pombos foram divididos em dois grupos: Identidade e Singularidade. Como mostra a Figura 5, ambos passaram por treino arbitrário entre cores e formas no formato A-B (R1-T2 e G1-H2) e a relação inversa, B-A (T1-R2 e H1-G2). Então, cada grupo recebeu treino B-B de acordo com suas respectivas contingências definidoras (T1-T2 e H1-H2 para o Grupo Identidade; T1-H2 e H1-T2 para o Grupo Singularidade). A previsão teórica para este experimento (seta pontilhada na Figura 5) era que o Grupo Identidade teria um desempenho alto no teste de reflexividade por ter passado por um treino de identidade que une as classes de estímulo formadas pelo treino arbitrário, e que o Grupo Singularidade, por não ter passado por este treino, não poderia responder de forma consistente com reflexividade no teste. Atingindo um Índice Discriminativo (ID; divisão da quantidade de respostas nos comparações corretos pelo total de respostas na sessão) maior ou igual a 0.8 por cinco de seis sessões de treino consecutivas, todos os pombos passaram por mais dez sessões de treino (*overtraining*) e, então, por oito sessões de teste de reflexividade A-A (R1-R2 e G1-G2). Como, segundo os autores, os pombos continuaram com uma taxa alta de resposta nos testes, mais dez sessões de teste consecutivas foram aplicadas após, pelo menos, mais 20 sessões de treino. Os resultados esperados, de acordo com a teoria de Urcuioli (2008) de união das classes, eram que os pombos do Grupo Identidade respondessem mais na relação de identidade A-A, e que os pombos do Grupo Singularidade respondessem mais na relação de singularidade A-A (R1-G2 e G1-R2).

Figura 5 – Esquema do procedimento aplicado por Sweeney e Urcuioli (2010). As setas em linha sólida indicam as relações treinadas. As setas tracejadas, as relações que emergiriam de acordo com a previsão teórica. Os estímulos utilizados foram: R1 = vermelho como modelo; T1 = triângulo como modelo; T2 = triângulo como comparação; R2 = vermelho como comparação; G1 = verde como modelo; H1 = linhas horizontais como modelo; H2 = linhas horizontais como comparação; G2 = verde como comparação. Fonte: Elaborado pela autora.

Os autores demonstraram que o treino foi eficaz, uma vez que, nas últimas cinco sessões de cada fase, o ID médio para todos os sujeitos foi acima de 0,85 nos treinos A-B, B-A e B-B, mostrando que os pombos aprenderam todas as relações treinadas. Nos primeiros testes, os autores apontam que os pombos do Grupo Identidade responderam mais no estímulo “igual” (*i.e.*, diante de R1, responderam mais em R2 do que em G2). Já para o Grupo Singularidade, a maioria respondeu de forma relativamente indiferenciada entre os estímulos. Nos testes posteriores, a maioria do Grupo Identidade respondeu mais no estímulo “igual” e todos responderam menos, em comparação com os testes anteriores; para o Grupo Singularidade, dois pombos responderam mais no estímulo “igual” e dois no “diferente”, com desempenho estatisticamente significativo para metade deles. Os resultados do Grupo Identidade confirmam a predição teórica de Urcuioli (2008), mas os do Grupo Singularidade não sustentam a teoria proposta, o que levou à hipótese de que o resultado do Grupo Identidade pode ter ocorrido, não como decorrência do treino de MTS arbitrário, mas do treino de identidade. Uma hipótese que pode ser usada para explicar esses resultados é que, para o Grupo Identidade, ambas as etapas de treino, teoricamente, favorecem um desempenho alto no teste de reflexividade, uma vez que tanto a emergência de reflexividade quanto a generalização da identidade levariam os sujeitos a responderem mais no estímulo de comparação nominalmente idêntico ao modelo. Porém, para o Grupo Singularidade, mesmo que o treino arbitrário tenha resultado em emergência de reflexividade, o treino de singularidade age no sentido oposto, ou seja, de responder no estímulo nominalmente diferente do modelo, o que ajuda a entender um desempenho indiferenciado nos testes.

Como os resultados do experimento de Sweeney e Urcuioli (2010) não permitiram avaliar com clareza se o desempenho do Grupo Identidade pode ser considerado reflexividade emergente ou identidade generalizada, Urcuioli (2011) ampliou a investigação com mais dois experimentos. No Experimento 1, ele replicou com quatro pombos (Grupo RF) o procedimento utilizado com o Grupo Identidade no estudo de 2010 (A-B, B-A e B-B), e, com outros quatro pombos (Grupo GI), adaptou o mesmo procedimento alterando o treino de identidade para a utilização de estímulos que não haviam sido apresentados no treino arbitrário (A-B, B-A e C-C). Ambos os grupos passaram pelo teste A-A e todos os pombos responderam mais nas tentativas com o estímulo igual ao modelo. No Experimento 2, foram testadas as relações B-B para o grupo GI, uma vez que, sendo o desempenho no teste A-A identidade generalizada a partir do treino C-C, o resultado esperado seria que a mesma generalização também se estendesse para os estímulos B. Ao final, o teste A-A foi reaplicado. No teste B-

B, apenas para um dos quatro pombos as respostas nas tentativas com o estímulo comparação igual foi significativamente maior do que no diferente. No A-A, um pombo respondeu de forma indiferenciada e o restante respondeu mais nas tentativas com o estímulo de comparação igual. Uma possível explicação levantada pelo autor foi uma maior diferença entre a aparência dos estímulos C e B (cores e formas) em relação ao C e A (cores e cores). O resultado desses experimentos não permitem afirmar que, de fato, se tratou de identidade generalizada, mas também não é possível ser interpretado como reflexividade de acordo com a teoria de Urcuioli (2008), ou seja, A-A não poderia ser derivada apenas do treino A-B e B-A, nem do C-C, por não haver um estímulo composto nominal+posição em comum.

Os estudos apresentados nesta sessão indicam que a posição dos estímulos é uma dimensão importante que afeta o controle sobre as respostas dos sujeitos. Mesmo ainda não estando totalmente claro o papel que essa dimensão tem nas relações e as implicações disso no estudo com outras espécies, é possível pensar em estratégias para reduzir o controle pela posição em procedimentos de MTS. No caso de um MTS simultâneo, a diferença entre os estímulos modelo e comparação é de posição e de sequência, o que poderia ressaltar ainda mais essas dimensões que diferenciam os estímulos. No treino de relações arbitrárias, em um procedimento baseado no paradigma da equivalência de Sidman (Sidman & Tailby, 1982; Sidman, 2000), o treino de identidade poderia exercer a função de reduzir esse controle por apresentar os estímulos em posições diferentes. Alguns autores, como Kastak et al. (2001), sugerem que o estabelecimento de identidade generalizada pode facilitar o desempenho em testes de simetria e transitividade. Já partindo da perspectiva de Urcuioli (2008), como a posição ou sequência tornam os estímulos diferentes para os sujeitos, o procedimento de treino de identidade pode ser interpretado de uma forma diferente, uma vez que os estímulos não são considerados iguais, mas ainda como tendo um papel importante na aprendizagem de relações arbitrárias. Neste caso, o treino de identidade pode facilitar a emergência de novas relações por criar um elo entre as relações arbitrárias.

2.3. Simetria

A simetria é outra relação entre estímulos considerada pré-requisito para a emergência de relações de equivalência. A demonstração desta relação emergente tem sido um dos maiores desafios dos estudos de equivalência de estímulos em animais não humanos. Em 1982, Sidman e colaboradores publicaram um artigo intitulado “A search for symmetry in the conditional discriminations of rhesus monkeys, baboons, and children” (“Uma busca pela

simetria nas discriminações condicionais de macacos-rhesus, babuínos e crianças”) relatando vários experimentos com testes de emergência após MTS arbitrário. Os resultados apontaram para uma grande dificuldade de demonstrar um desempenho compatível com as propriedades de equivalência, em especial a simetria, para os macacos e babuínos em comparação com as crianças humanas. A partir desses resultados, o autor ressaltou que a aprendizagem de uma discriminação condicional não garante a emergência da relação simétrica. Uma das hipóteses levantadas para explicar a diferença no desempenho de primatas não-humanos e crianças foi que as crianças têm um histórico mais longo de treino de relações inversas.

Em 2009, Lionello-DeNolf publicou uma revisão dos resultados obtidos em estudos sobre simetria em não-humanos desde a publicação de Sidman et al. (1982), o equivalente a 25 anos de pesquisas. A autora categorizou as 24 pesquisas encontradas em três tipos: estudos que falharam em demonstrar simetria, estudos que apresentaram evidências mistas e estudos que encontraram evidências claras de simetria. Dos relatos encontrados, 11 falharam em demonstrar simetria, sendo sete com pombos e quatro com primatas. A categoria com evidências mistas, com 10 artigos, contém três relatos de emergência de simetria com possíveis explicações alternativas utilizando macacos e ratos, e sete relatos em que simetria foi encontrada com apenas alguns sujeitos ou com desempenho intermediário (entre 70% e 85%) com chimpanzés, pombos e macaco-prego como sujeitos. Os estudos feitos com ratos, que estão nesta categoria, foram os de Bunsey e Eichenbaum (1996) e Nakagawa (2001). Esses estudos serão descritos a seguir por serem mais relevantes para este trabalho. Os resultados que Lionello-DeNolf (2009) considerou como evidências claras de simetria foram os de Schusterman e Kastak (1993) e Kastak, Schusterman, e Kastak (2001), com leões marinhos, e Frank e Wasserman (2005), com pombos.

Bunsey e Eichenbaum (1996) fizeram um experimento com objetivo de avaliar o efeito do dano no hipocampo sobre o desempenho de ratos em tarefas de transitividade e simetria (o que eles chamaram de memória espacial). Oito sujeitos tiveram dano induzido no hipocampo e 12 passaram por uma cirurgia simulada (grupo controle). Todos os ratos passaram por sessões diárias de MTS utilizando estímulos olfativos. Os estímulos utilizados foram copos com areia misturada com odorizantes (condimentos como chocolate em pó, açafrão, café, sal, cebola e noz-moscada) e ração moída. Em cada tentativa, o estímulo modelo era apresentado e, em seguida, os dois estímulos de comparação. A resposta exigida foi cavar na areia e grãos de cereais foram enterrados nos copos de comparação correspondentes à escolha correta como consequência. Foi realizado o treino de duas relações arbitrárias (AB e XY), e mais duas com

as comparações anteriores sendo apresentadas como amostra (BC e YZ). Durante o treino, em algumas tentativas, os grãos não eram enterrados na areia, mas colocados por cima dela, após a emissão da resposta de escolha; esse procedimento foi feito como preparação para o teste em extinção e também serviu para confirmar que os sujeitos não estavam resolvendo a tarefa por detectar o cheiro dos grãos enterrados. Na fase seguinte, os ratos passaram por um teste de transitividade (AC e XZ) descrito na próxima seção. Metade dos sujeitos, então, passou por um treino de simetria com o primeiro conjunto (BA e YX) e um teste de simetria com o segundo conjunto invertido (CB e ZY). Como os pesquisadores perceberam uma lentidão no responder durante as tentativas de teste de transitividade, o teste de simetria foi feito em uma única sessão e com reforço, sendo registrados os acertos e erros considerando apenas a primeira resposta. O grupo com dano não mostrou evidência da relação testada, enquanto o grupo controle respondeu três vezes mais no estímulo de comparação correto. No entanto, como discute Lionello-DeNolf (2009) sobre esse estudo, é difícil afirmar que os ratos de fato demonstraram a emergência de simetria, uma vez que as tentativas de teste continham reforço e não houve procedimento para avaliar o efeito dele na aprendizagem. Ohta et al. (2002) replicaram o experimento de Bunsey e Eichenbaum (1996) em camundongos, comparando os resultados de uma linhagem de geneticamente selecionada para apresentar precocemente características do envelhecimento (*Senescence-Accelerated Mouse*, linhagem SAMP8) e uma linhagem resistente ao aparecimento dessas características (*Senescence-Accelerated Resistant Mouse*, linhagem SARM1). Os resultados obtidos indicam uma dificuldade maior dos camundongos SAMP8 mais velhos para aprender as relações simétricas. No entanto, a mesma limitação apontada para o experimento de Bunsey e Eichenbaum (1996) quanto à avaliação da simetria também vale para o de Ohta et al. (2002), uma vez que eles também analisaram o resultado do treino dessas relações.

A pesquisa de Nakagawa (2001) teve como objetivo avaliar as propriedades de simetria e transitividade em ratos. No primeiro experimento, foi analisado o tempo em dias que os ratos demoraram para adquirir um desempenho alto no treino das relações inversas a duas discriminações condicionais previamente ensinadas. O equipamento utilizado foi um labirinto automático formado por duas câmaras, uma em cada ponta de um corredor. A primeira câmara, onde se iniciou as tentativas, continha um dispensador onde era entregue um *pellet* de leite quando os ratos emitiam uma resposta correta. A segunda câmara, chamada de câmara de escolha, continha três telas onde estímulos visuais eram projetados, sendo o modelo na tela do meio e comparações nas do lado. A câmara também possuía duas barras, uma em cada lado

da tela central. Depois de responder em uma das barras (no caso, a resposta deveria ser no lado correspondente ao estímulo condicionalmente relacionado ao modelo) o rato deveria voltar para a câmara inicial e consumir o *pellet*, se a resposta tiver sido correta. Os estímulos projetados foram uma figura convexa (CONV), um losango (D), linhas verticais (V) e linhas horizontais (H). Os sujeitos foram 18 ratos Sprague-Dawley machos, divididos em três grupos: grupo *overtraining* (OT), grupo sem *overtraining* (NOT) e grupo controle. O grupo NOT, na Fase 1, passou por um treino das relações CONV-H e D-V, com 12 tentativas diárias para cada relação, até acertar 20 das 24 tentativas em dois dias consecutivos. O grupo OT passou pelo mesmo treino na Fase 1, mais 20 sessões após atingir o critério. O grupo controle recebeu um treino de pseudo-MTS, não descrito pelo autor, por 90 dias. Na Fase 2, todos os grupos passaram pelo treino H-CONV e V-D com o mesmo critério. A partir deste método, a interpretação proposta pelo autor foi que, se as relações aprendidas pelos grupos NOT e OT na Fase 1 forem equivalentes – e, consequentemente, possuírem todas as propriedades – os sujeitos destes grupos atingiriam o critério mais rápido que os do grupo controle, que aprendeu apenas as relações condicionais da Fase 2. Além disso, se na Fase 2 os sujeitos do grupo OT atingirem o critério mais rápido que os do grupo NOT, isso seria considerado um indício de que o *overtraining* facilitou a aquisição da relação simétrica. A média de dias para atingir critério na Fase 2 foi, aproximadamente, nove dias para o grupo OT, 23 para o grupo NOT e 34 para o grupo controle. Com isso, o autor conclui que essa maior facilidade do grupo OT e NOT de aprender as relações inversas, com relação ao grupo controle, indica que o treino prévio facilita a aprendizagem das relações simétricas, e que o *overtraining* favoreceu a formação dessa relação.

A revisão feita por Lionello-DeNolf (2009) ressalta a dificuldade em estudar a emergência de simetria em animais não humanos e mostra que há poucos estudos feitos com ratos sobre essa relação, se comparado com pombos e primatas. No entanto, ambas as publicações encontradas sobre simetria em ratos também avaliam relações de transitividade, conforme descrito adiante.

Além dos estudos encontrados na revisão citada, vale destacar alguns estudos com pombos, como o de Velasco, Huziwara, Machado, e Tomanari (2010) e os trabalhos de Urcuioli e seus colaboradores (Campos, Urcuioli, & Swisher, 2014; Urcuioli, 2008, 2015; Urcuioli & Swisher, 2012). Embora restritos ao uso de pombos como sujeitos, esses estudos são importantes para a área de investigação sobre controle de estímulos e relações emergentes

por apresentarem evidências da emergência de uma relação que tem, historicamente, sido difícil de demonstrar em animais não-humanos.

2.4. Transitividade

O estudo da emergência de relações transitivas é de especial interesse por se tratar de relações indiretamente derivadas de (ao menos) duas relações previamente aprendidas. Como citado na seção anterior, alguns estudos com animais não-humanos apresentam resultados positivos nos testes desta relação, mesmo quando não há indícios da emergência de outras relações com os mesmos sujeitos, como é o caso de D'Amato et al. (1985).

No estudo de D'Amato et al. (1985), 4 macacos-prego (*Cebus apella*) fêmeas foram treinadas em um procedimento de MTS com estímulos visuais, com relações arbitrárias na estrutura A-B e B-C para o treino de linha de base, e A-C e C-A para o teste de transitividade. Esse teste foi feito com dois tipos de contingências de reforço: T+, com reforço contingente à escolha dos estímulos consistentes com a relação transitiva, e T-, com reforço à escolha dos estímulos não consistentes com transitividade. Embora os quatro sujeitos tenham recebido o treino com a mesma estrutura, os estímulos que compunham os conjuntos A e B foram invertidos para metade deles. Além disso, metade dos sujeitos passaram pelo teste com uma etapa em T+, uma em T- e outra em T+, enquanto a outra metade realizou o teste com a sequência T-, T+ e T-. O desempenho das quatro macacas foi melhor nas tentativas T+ (média de 91,7%) do que nas T- (média de 22,4%), mesmo ambas sendo aplicadas com reforço e em sequências diferentes, sugerindo a emergência de relações transitivas.

Também tendo primatas como sujeitos, no trabalho de McIntire et al. (1987), descrito na seção Reflexividade, os sujeitos (macacos cinomolgos) apresentaram um desempenho acima de 90% nos testes de transitividade, feitos por meio de sondas em extinção, o que também indica a emergência de transitividade.

Um estudo feito com periquitos-australianos (*Melopsittacus undulatus*) apresentou um resultado análogo à transitividade emergente. Manabe, Kawashima e Staddon (1995) avaliaram se respostas vocais dos periquitos poderiam ser colocadas sob controle discriminativo de estímulos visuais. Em um equipamento automatizado, três periquitos-australianos machos foram treinados a emitir dois tons de vocalização diferentes (grave e agudo) diante de duas cores diferentes (verde e vermelho), recebendo sementes de painço como reforço. O sujeito S6 deveria emitir uma vocalização aguda diante de vermelho e uma grave diante de verde, com o inverso sendo aplicado para os sujeitos S4 e S5. Então, S4 passou

por um treino de MTS de identidade em que uma das cores (vermelho ou verde) eram apresentadas como modelo e ele deveria emitir a vocalização correspondente de acordo com o treino anterior como resposta de observação; então ambas as cores eram apresentadas como comparação e a resposta de bicar no estímulo igual era reforçada. Atingindo o critério de aprendizagem, S4 passou por um treino de relações arbitrárias (MTS) entre formas (linhas verticais e linhas onduladas horizontais) e cores (vermelho e verde). Uma das formas era apresentada como modelo, e, como resposta de observação, o sujeito deveria emitir qualquer vocalização; então, as cores eram apresentadas e ele deveria bicar em vermelho se o modelo fosse linhas verticais, ou em verde se o modelo fosse linhas horizontais. Os autores observaram que, com o avanço no treino, S4 passou a emitir diante das formas as vocalizações que haviam aprendido a emitir diante do estímulo discriminativo correspondente (*e.g.* diante de linhas verticais, emitiam som agudo e bicavam no vermelho). Já S5 e S6 passaram apenas pelo treino de relações arbitrárias (MTS) entre forma e cor, mas com os estímulos círculo e cruz, sendo ensinadas as relações círculo-vermelho e cruz-verde. A resposta de observação exigida também foi uma vocalização indiferenciada. O sujeito S5 emitiu vocalizações consistentes com o treino anterior (*i.e.*, diante de círculo emitia som grave, correspondente ao vermelho), mas o mesmo não ocorreu com S6. Então, S5 e S6 foram treinados a relacionar novas formas (linhas verticais e linhas onduladas horizontais) com as cores, mantendo a vocalização correspondente a cada cor como resposta de observação. As relações treinadas foram vermelho-linhas horizontais e verde-linhas verticais. Após atingir o critério de aprendizagem, os sujeitos passaram por um treino de MTS de identidade com os estímulos linhas verticais e linhas horizontais, sendo que a resposta de observação deveria ser uma vocalização qualquer. Ambos os periquitos aprenderam a emitir, diante destas formas, a vocalização correspondente ao treino prévio com as cores (*e.g.* S5 emitir som grave diante de linhas horizontais e agudo diante de linhas verticais), mesmo não tendo sido treinados diretamente a responder desta forma na presença destes estímulos. Ou seja, a função de estímulo condicional foi transferida da cor para a forma por sinalizarem a mesma contingência. Considerando que a resposta vocal dos periquitos produz estímulos auditivos, é possível identificar três conjuntos de estímulos: as cores (A), as vocalizações (B) e as linhas (C). De modo geral, as relações treinadas podem ser entendidas como A-B e C-A, e o resultado pode representar a emergência da relação C-B. Por isso, o resultado desse estudo pode ser interpretado como um processo semelhante à transitividade, embora o procedimento seja diferente do usualmente empregado. Contudo, como apontam Saunders e Williams (1998), esse resultado também pode ter ocorrido devido ao reforço acidental e não necessariamente

representar um controle de estímulos derivado do treino. Os autores defendem que pesquisas com um controle experimental mais rigoroso devem esclarecer a origem desse fenômeno.

Urcuioli e Swisher (2015) testaram as implicações da teoria de Urcuioli (2008) de formação de classes de estímulos em pombos para a emergência de transitividade. No Experimento 1 (de maior interesse para o presente estudo), oito pombos foram treinados a relacionar AB, BC e BB em um procedimento de MTS sucessivo. Para metade dos sujeitos, o treino AB consistiu nas relações vermelho-triângulo (R1-T2) e verde-linhas horizontais (G1-H2); o treino BC consistiu em triângulo-azul (T1-B2) e linhas horizontais-branco (H1-W2); e o treino BB em triângulo-triângulo (T1-T2) e linha horizontal-linha horizontal (H1-H2). Para a outra metade, as relações AB treinadas foram as opostas, ou seja, vermelho-linhas horizontais (R1-H2) e verde-triângulo (G1-T2); as relações BC e BB foram as mesmas. De acordo com a teoria de Sidman (Sidman & Tailby, 1982; Sidman, 1994, 2000, 2009), apenas o treino AB e BC seria suficiente para possibilitar a emergência das relações AC. Porém, partindo da proposta de Urcuioli (2008), se a sequência de apresentação for um componente dos estímulos, R1-T2 e T1-B2 não compartilhariam elementos que permitiriam a emergência de R1-B2. Portanto, o treino BB foi aplicado para servir como um elo em comum entre as relações treinadas. De acordo com os autores, o resultado de sete dos oito pombos no teste em sondas AC foi estatisticamente significativo, o que indica a emergência dessas relações.

Com ratos, o estudo de Nakagawa (2001) também teve como objetivo avaliar relações de transitividade. No Experimento 2, utilizando o mesmo equipamento que o Experimento 1 (descrito na seção Simetria) foram apresentados os estímulos Cruz (Cr), Figura côncava (Con), Círculo (C), Triângulo (T), Linhas verticais (V) e Linhas horizontais (H). Os sujeitos foram 12 ratos Sprague-Dawley machos divididos em dois grupos: grupo C e grupo E. Como mostra a Figura 6, todos os ratos passaram pelo treino das relações Con-C, Cr-C e Con-V. Então, ambos os grupos passaram por um treino em que Cr era apresentado como modelo, e V e H como comparações. Contudo, o grupo E recebeu reforço ao escolher V, enquanto o grupo C recebeu reforço ao escolher H. Com isso, o grupo E passou pelo treino da relação Cr-V, que é uma relação transitiva, considerando o treino anterior, e o grupo C passou pelo treino Cr-H, que é uma relação condicional incongruente com as treinadas anteriormente (Figura 6). A previsão teórica dos autores é que a aprendizagem da relação Cr-V para o Grupo E deveria ser facilitada pela emergência de transitividade, enquanto que, para o Grupo C, a aprendizagem da relação Cr-H deveria ser dificultada, uma vez que esse treino vai no sentido oposto ao esperado se o treino anterior produziu a emergência de transitividade.

Figura 6 – Esquema das relações treinadas no estudo de Nakagawa (2001). As setas apontam para o estímulo comparação em cada relação (e.g. Con é modelo e C é comparação). As setas tracejadas indicam as relações de principal interesse para a avaliação da transitividade. Fonte: Elaborado pela autora.

O resultado para os dois grupos foi semelhante nas etapas de treino em comum, mas o grupo E teve uma média aproximada de oito dias para aprender a relação Cr-V, enquanto o grupo C teve uma média aproximada de 14 dias. O autor interpreta o fato de os sujeitos aprenderem a relação Cr-V mais rápido que a Cr-H como um indício de que os ratos conseguem aprender as propriedades das relações de equivalência a partir do treino de discriminações condicionais.

Como descrito anteriormente, o experimento de Bunsey e Eichenbaum (1996) teve uma etapa de teste de transitividade após o treino AB, XY, BC e YZ. Este teste foi realizado com sondas em extinção e visava avaliar a emergência das relações AC e XZ, sendo registrado o tempo em que os ratos passaram cavando em cada uma das comparações. Enquanto os ratos com dano no hipocampo não mostraram evidência de transitividade, os do grupo controle responderam no estímulo indiretamente relacionado à amostra pelo dobro do tempo em que responderam no estímulo não relacionado. Como o critério de análise do desempenho dos sujeitos neste teste foi um índice de preferência calculado com base no tempo gasto cavando em cada uma das comparações, e não a quantidade de acertos e erros, é impossível avaliar a acurácia das escolhas. No entanto, o fato de que ambos os grupos aprenderam as relações treinadas, mas apenas o controle apresentou evidências das relações emergentes indica que existe algum processo que foi prejudicado pela lesão. Um resultado semelhante também foi obtido por Ohta et al. (2002) na avaliação da emergência de transitividade com camundongos utilizando o mesmo procedimento.

Esses resultados apontam para uma maior facilidade em demonstrar a emergência de transitividade em animais não-humanos do que a emergência de simetria. Porém, ambos os

resultados encontrados com ratos foram observados com métodos relativamente diferentes da proposta de Sidman e Tailby (1982) para avaliação destas relações, o que dificulta afirmar se os processos observados de fato condizem com os descritos pelo autor.

Além disso, fortes indícios de transitividade emergente foram apresentados por Schusterman e Kastak (1993) com leões-marinhos. Estes experimentos serão descritos em maior detalhe a seguir.

2.5. Equivalência

Nesta seção, serão apresentados alguns estudos que relatam resultados positivos sobre relações de equivalência com animais não-humanos.

No experimento de Schusterman e Kastak (1993), um leão-marinho (*Zalophus californianus*) fêmea foi treinado a relacionar estímulos visuais em um procedimento de MTS simultâneo. O equipamento utilizado foram três placas de madeira, cada uma com uma janela transparente onde eram apresentadas figuras (formas em preto com fundo branco). O estímulo modelo era apresentado no centro, e os de comparação nas laterais. A resposta de tocar a janela com o estímulo experimentalmente correlacionado ao modelo era reforçada com pedaços de peixe. Foi aplicado um treino com estrutura de série linear (A-B e B-C), cada conjunto contendo 30 estímulos visuais, com a sequência de procedimentos sendo: treino A-B (30 pares), teste B-A (12 pares), treino B-C (30 pares), teste C-B (12 pares), teste A-C (12 pares) e dois testes C-A (12 pares no primeiro e 18 no segundo). O critério de aprendizagem para o treino AB foi de 90% de acerto em duas sessões consecutivas. Para o treino BC, o critério foi de 87,5% de acerto por duas sessões consecutivas. Nos testes, que foram realizados em sondas com reforço intercaladas com tentativas do treino anterior, o critério foi acertar a primeira tentativa da sessão e não errar mais de uma vez nas quatro primeiras tentativas. Após cada etapa de teste (exceto o segundo C-A), as relações testadas foram incorporadas à linha de base e treinadas até atingir o critério. Para o segundo teste C-A, as relações apresentadas não foram incorporadas no treino, uma vez que esse teste que avalia a emergência da relação simétrica da transitiva e, portanto, foi considerado pelos autores o verdadeiro teste de equivalência. O sujeito atingiu critério com desempenho acima do acaso de acordo com o teste binomial nos testes C-B ($p < 0,05$; 10 de 12 relações), A-C ($p < 0,01$; 11 de 12 relações), o primeiro C-A ($p < 0,05$; 10 de 12 relações) e o segundo C-A ($p < 0,05$; 14 de 18 relações). Os autores ainda ressaltam que, no segundo teste C-A, o sujeito apresentou apenas dois erros na primeira

tentativa. Para o teste B-A, o sujeito atingiu o critério para oito das 12 relações. Também foi observado que, apesar de não ser estatisticamente significativo, o desempenho melhorou após as seis primeiras relações terem sido incorporadas no treino. Esse resultado representa um forte indício da emergência de relações de equivalência para este leão-marinho, por apresentar evidências claras da emergência de simetria e transitividade. Apesar disso, não houve teste de reflexividade, o que dificulta a avaliação se partir do princípio de que é necessário testar todas as propriedades para afirmar se as relações são ou não equivalentes. Outra fêmea de leão-marinho também participou desse experimento, mas não conseguiu aprender as relações C-B e não passou pelos testes de equivalência. Kastak et al. (2001) também demonstraram a emergência de relações de equivalência com os mesmos sujeitos do estudo de 1993. Esse estudo começou com um procedimento de reversão de discriminações simples que utilizou reforçadores específicos para classes de estímulos. Os resultados obtidos indicaram que houve a formação de duas classes de estímulos com base no reforçador em comum que se manteve durante as reversões. Então, foi feito um treino de MTS arbitrário com outras classes de estímulos, também utilizando reforçadores diferentes entre as classes, mas os mesmos utilizados nas discriminações simples. Por fim, os autores avaliaram se o uso de reforçadores específicos favoreceu a formação de relações entre os estímulos do treino de reversões e do treino de MTS. Foi observado que os animais responderam no estímulo comparação que anteriormente foi relacionado com o mesmo reforçador que o modelo, de forma que estímulos que nunca haviam sido apresentados juntos passaram a fazer parte da mesma classe. Embora o objetivo geral de Kastak et al. (2001) tenha sido estudar a possibilidade de formação de relações equivalentes em discriminações simples, o resultado é mais uma evidência de que leões-marinhos conseguem apresentar um desempenho compatível com as propriedades da equivalência.

Outro exemplo interessante de estudo que investiga relações de equivalência em animais não-humanos é o de Murayama et al. (2017) com um beluga (mamífero aquático da mesma ordem das baleias e golfinhos) chamado Nack. Os autores realizaram três experimentos com o objetivo de testar a emergência de relações de equivalência entre estímulos visuais e auditivos utilizando o procedimento de MTS. Os experimentadores classificaram os estímulos em três conjuntos, sendo um composto de gravações de vocalizações emitidas pelo próprio sujeito (conjunto A), um composto por objetos (conjunto B) e um de figuras (conjuntos C). Durante todo o experimento, Nack deveria tocar os estímulos com o focinho e receber pedaços de peixe após as escolhas corretas. No primeiro experimento, todos os elementos do conjunto B foram

relacionados com os elementos do conjunto C (treino objeto-figura), e testada, em sondas sem reforço, a simetria entre duas das quatro relações treinadas. O sujeito apresentou desempenho de 80% de acerto ou mais para ambas as relações testadas. No segundo experimento, os elementos do conjunto A foram relacionados com os do conjunto B (som-objeto), além do treino anterior das relações B-C (objeto-figura), e foram testadas as relações transitivas A-C (som-figura). Nack teve um desempenho de 100% de acerto para metade das relações testadas, e 80% ou mais para a outra metade. No terceiro experimento, sondas para diferentes relações foram apresentadas em ordem aleatória. As relações testadas foram: A-B e B-C (linha de base), B-A e C-B (simetria), A-C (transitividade) e C-A (simetria e transitividade). No caso do teste C-A, como o estímulo modelo era uma figura e o de comparação um som, foi exigido que ele emitisse a vocalização correspondente à figura apresentada mesmo sem treino prévio para esta tarefa. O desempenho para todas as relações foi acima do acaso de acordo com um teste binomial para três das quatro relações A-B, B-A, A-C e CA, e todas as relações B-C e C-B. O desempenho excelente de Nack nos testes indica que houve emergência de relações de equivalência entre os estímulos visuais e auditivos. Vale apontar, no entanto, que Nack já havia participado de outros estudos envolvendo tarefas de MTS, incluindo um teste com estímulos uni-modais no qual, de acordo com os autores, o sujeito apresentou emergência de simetria (Murayama, Fujii, Katsumata, Arai, & Soichi, 2008). Além disso, como em Schusterman e Kastak (1993), em nenhum momento do experimento é aplicado teste para as relações de reflexividade.

Retomando o estudo de Nakagawa (2001), com ratos (descrito na seção Transitividade), apesar de o autor citar o conceito de equivalência, ele não aplica testes específicos para estas relações. O autor considera a emergência de simetria e transitividade como evidência de que as relações aprendidas no treino de discriminação condicional são equivalentes, uma vez que, se não fossem, os ratos não responderiam de acordo com estas relações. Além disso, a forma como Nakagawa (2001) mediu os dados referentes às relações emergentes – ou seja, pelo tempo necessário para aprendizagem no treino direto destas relações – não permite avaliar com clareza o quanto este desempenho é devido à emergência de relações à partir do treino inicial, e o quanto é efeito dos próprios treinos subsequentes. Ainda assim, os dados apresentados, em especial a comparação com o grupo controle, aponta para a existência de processos diferentes envolvendo discriminações condicionais.

Os experimentos apresentados até aqui buscaram uma melhor compreensão sobre como animais não-humanos aprendem discriminações condicionais e como novas discriminações surgem no repertório dos sujeitos. Apesar das muitas dificuldades envolvidas nesse tipo de pesquisa, os resultados apontam na direção de que algumas espécies conseguem apresentar um repertório semelhante ao observado em seres humanos, ainda que de forma parcial. Um fator relevante abordado por alguns autores é a identificação das dimensões do estímulo que estão exercendo controle sobre as respostas dos sujeitos. Ao que parece, animais não-humanos podem ser mais sensíveis a dimensões como localização ou sequência de apresentação, o que é um fator relevante em procedimentos como o MTS, uma vez que a tarefa de “emparelhar com o modelo” envolve essas dimensões. Outro fator que pode influenciar no resultado dos experimentos de discriminação é o quanto os procedimentos estão adequados às características da espécie estudada. Uma forma de lidar com essa questão é adaptar os estímulos utilizados às modalidades sensoriais mais relevantes para o animal e exigir respostas que são compatíveis com o histórico filogenético da espécie.

É possível encontrar uma grande quantidade de estudos sobre o treino de relações arbitrárias e testes das propriedades da equivalência com algumas espécies, porém, com ratos a maior parte dos trabalhos encontrados estão concentrados no estudo de relações de identidade e singularidade, com alguma extensão para o estudo de reflexividade. Os poucos experimentos que tiveram como objetivo estudar as relações simétricas e transitivas foram feitos com procedimentos que não permitem uma avaliação clara da emergência destas relações.

3. OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a aquisição de discriminações arbitrárias e emergência de relações de transitividade em ratos, adaptando o procedimento manual desenvolvido por Alves e Gonçalves (2018). Além disso, também objetivou-se avaliar o efeito do treino de simetria e identidade sobre o desempenho no teste de transitividade, dado que a literatura aponta para uma possível influência do treino com estímulos em diferentes posições na emergência de novas discriminações condicionais.

4. EXPERIMENTO 1

4.1. Método

O Experimento 1 teve como objetivo avaliar a aplicação do procedimento e utilização dos equipamentos, e, a partir dos resultados, identificar quais seriam as adaptações mais adequadas para o Experimento 2.

4.1.1. Sujeitos

Os sujeitos foram dois ratos Wistar, machos, com idade aproximada de 60 dias e peso em torno de 230g, ao início do experimento. Os animais foram acondicionados na mesma gaiola, com água disponível *ad lib* e em ambiente climatizado. Foram submetidos a regime de privação de comida, tendo seu peso levado a 85% do peso *ad lib* e depois mantido com ajustes de acordo com o crescimento dos ratos, adaptando o método de restrição alimentar recomendado por Tomanari, Pine, e Silva (2003). Ao longo de todo o experimento, foi feita apenas uma sessão por dia (aproximadamente seis dias por semana), depois da qual eles receberam a quantidade diária de ração.

4.1.2. Equipamentos e materiais

A caixa experimental utilizada foi confeccionada em MDF com revestimento melamínico (Figuras 7 e 8). A caixa possui dois compartimentos: o primeiro, medindo aproximadamente 36x30x30⁵ cm, tem um furo para acomodar um copo plástico de 50 ml de capacidade e 5 cm de diâmetro, que é apresentado como estímulo modelo; o segundo, medindo 36x15x30 cm, tem três furos para os copos plásticos contendo os estímulos de comparação, todos com o mesmo tamanho do modelo. No início de cada tentativa, o sujeito foi colocado no primeiro compartimento e, após a resposta de observação (cavar) no copo contendo o modelo, a porta que divide a caixa foi removida, permitindo acesso aos estímulos de comparação. Como consequência às respostas de observação e de escolha corretas, foram utilizados inicialmente pelotas de alimento (*pellets*) de 45 mg (*Bioserv Inc.*); no entanto, o cheiro dos *pellets* era facilmente reconhecível pelos ratos, mesmo com a apresentação dos estímulos olfativos, e, por isso, foram substituídos. Essa substituição ocorreu no início da etapa de treino com dois estímulos de comparação e os dados das sessões desta etapa com os

⁵ Altura x Comprimento x Largura

pellets, bem como dos testes feitos para avaliar o quanto as respostas dos sujeitos estavam sendo controladas pelos cheiros dos *pellets* e das pelotas de açúcar não foram computados como parte os resultados. No lugar de *pellets*, no restante do experimento foram utilizados glóbulos inertes de sacarose (90%) e lactose (10%) – aqui referidos como pelotas de açúcar – que foram enterrados em areia com o auxílio de uma pinça metálica. Os estímulos olfativos utilizados foram essências à base de óleo da marca Aromallis Indústria e Comércio de Fragrâncias Ltda., previamente misturadas em areia de filtro (Areitec, gramatura média) na proporção de duas gotas de essência para cada copo de areia pura. Um retoque dos odores foi feito com uma gota de essência a cada dia que a areia for reutilizada. No intervalo entre tentativas, a areia que foi jogada para fora dos copos durante as respostas foi varrida para uma bandeja que ficou embaixo da caixa e, posteriormente, descartada.

Figura 7 – Desenho da caixa experimental. O X indica o local onde o rato foi colocado na caixa no início de cada tentativa. A seta aponta para a direção em que a porta que separa os compartimentos é puxada após a resposta de observação. Os círculos representam as posições em que os copos foram inseridos, com o estímulo modelo no compartimento 1 e três estímulos comparação no compartimento 2. Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8 – Fotos da caixa experimental. Fonte: Elaborado pela autora.

As essências que foram utilizadas estão apresentadas na Tabela 1, a seguir, bem como a divisão dos estímulos entre os conjuntos que foram apresentados nos procedimentos. As respostas foram registradas manualmente em folhas de registro impressas contendo a sequência de tentativas a serem apresentadas na sessão (Apêndice A).

Tabela 1 – Conjuntos de estímulos utilizados para os sujeitos M1 e M2.

Conjunto A	Conjunto B	Conjunto C
A1: Alecrim	B1: Camomila	C1: Cravo
A2: Coco	B2: Hortelã	C2: Maracujá
A3: Limão	B3: Canela	C3: Erva-doce

4.1.3. Procedimentos

4.1.3.1. Pré-treino

Durante o experimento, a resposta operante exigida dos ratos foi cavar na areia contida nos copos, tendo como critério de resposta mover a areia com, pelo menos, uma das patas dianteiras. Essa resposta também foi necessária para proporcionar o acesso à pelota de açúcar, que foi enterrada na areia conforme descrito anteriormente. Por isso, todos os ratos passaram por uma etapa de adaptação ao uso da caixa e de aprendizagem da resposta de cavar antes de iniciar o treino discriminativo. O pré-treino consistiu nas seguintes fases:

- a) Habituação à manipulação: Esse procedimento foi necessário para evitar que a sensibilidade à manipulação interferisse no desempenho no início dos treinos, uma vez que os ratos foram manualmente colocados e retirados da caixa experimental. Nestas sessões, os sujeitos eram repetidamente deslocados entre duas gaiolas vazias. Foram dedicadas, pelo menos, cinco sessões de 15 minutos para cada rato, começando no primeiro dia de privação e seguindo até o início da modelagem.
- b) Adaptação ao consumo das pelotas de açúcar: após 24h de privação total de comida, os animais foram expostos a dez *pellets* durante a primeira sessão de manipulação. Mais dez *pellets* foram deixados na caixa-viveiro, junto com uma quantidade reduzida de ração (7g a 10g). No dia seguinte, foram novamente expostos a mais dez *pellets* durante as sessões de manipulação e na caixa-viveiro. Esse procedimento foi feito diariamente até que os ratos consumissem prontamente todos os *pellets* e atingissem 85% do peso *ad lib*. Não foi necessário procedimentos adicionais para estabelecer a resposta de consumir as pelotas quando os *pellets* foram substituídos pelo açúcar.
- c) Modelagem da resposta de cavar: esse procedimento foi dividido em quatro etapas, realizadas na caixa experimental, utilizando somente o copo do compartimento 1 (Figura 7) com areia sem essência. Foi realizado em sessões de 36 a 72 tentativas, com cada tentativa sendo iniciada quando o rato foi colocado na caixa e encerrada quando foi retirado. Na primeira etapa, o *pellet* ficou na superfície da areia; o sujeito foi colocado na caixa, e foi retirado após comer o *pellet* (ou, caso não tenha consumido em até 3 minutos). Na segunda etapa, o *pellet* foi colocado parcialmente enterrado na areia, de forma que parte dele ainda estivesse visível. Na terceira etapa, o *pellet* foi superficialmente enterrado, ou seja, completamente coberto por uma fina camada de areia, de forma que não fosse mais visível. Na quarta etapa, o *pellet* foi totalmente enterrado a, aproximadamente, 5 mm de profundidade. As etapas foram introduzidas gradualmente ao longo de uma mesma sessão até que o sujeito conseguisse fazer, pelo menos, 10 tentativas na última etapa. O critério para avançar de uma etapa para outra foi o consumo do *pellet* por cinco tentativas seguidas na etapa anterior.

4.1.3.2. Treino arbitrário

Os ratos passaram por um treino de escolha de acordo com o modelo (MTS) relacionando os elementos do conjunto A com os do conjunto B e suas relações inversas (AB e BA), e outro treino relacionando os elementos do conjunto A e C (relações AC e CA). Esses treinos foram chamados de Treino 1 e Treino 2. O sujeito M1 iniciou o experimento com as relações AB-BA e M2, com as relações AC-CA (Tabela 2).

O Treino 1 começou com um procedimento de introdução gradual dos estímulos por tentativa, partindo da apresentação apenas do modelo e seguindo até todos os estímulos (um modelo e três comparações) estarem sendo apresentados em uma mesma tentativa. Esse procedimento teve como objetivo a adaptação às essências utilizadas e ao funcionamento da caixa experimental, bem como favorecer uma aprendizagem com o mínimo de erros possível. Inicialmente, foi utilizado apenas o primeiro compartimento da caixa e o copo de modelo contendo um dos estímulos do Treino 1, com um *pellet* enterrado, em cada tentativa; os estímulos foram apresentados individualmente, em ordem semialeatória com não mais de duas apresentações seguidas do mesmo estímulo, em uma sessão de 36 tentativas, até os ratos estarem cavando e comendo o *pellet* em, pelo menos, 33 delas. Então, foram apresentados os estímulos modelo e o comparação correto correspondente (ambos contendo um *pellet*), utilizando, também, o compartimento 2 da caixa (Figura 7). Nesta fase, o estímulo de comparação foi apresentado alternando-se entre as três posições do compartimento 2. O critério para mudança de fase foi ter cavado no estímulo de comparação em, pelo menos, 33 das 36 tentativas. Depois disso, foram utilizados dois estímulos de comparação em uma mesma tentativa, um com o estímulo correto correspondente, e outro com uma das opções erradas (sem *pellet*). Como, a partir desta fase, foi possível emitir a resposta de cavar diante de um estímulo que não é o condicionalmente relacionado ao modelo, as respostas aos estímulos de comparação passaram a ser registradas como acerto ou erro. Nas duas primeiras sessões desta fase foi observada uma grande quantidade de acerto, inesperada para o início do treino de discriminação condicional; após algumas apresentações dos estímulos com e sem os *pellets*, foi constatado que os ratos estavam respondendo sob controle do cheiro da ração, e não da areia; então, o reforçador foi substituído pelas pelotas de açúcar, conforme citado anteriormente. Os ratos permaneceram nesta fase até atingirem um índice discriminativo (ID)⁶

⁶ Cálculo descrito na seção “Métodos de análise dos resultados”.

de, pelo menos, 67% (24 acertos em 36 tentativas) em uma sessão, desde que os acertos correspondessem a um mínimo de quatro para cada relação treinada. Finalmente, foi apresentada a configuração completa de tentativa de treino, composta de um modelo e três comparações, sendo um estímulo correto e dois errados. As sessões continuaram tendo 36 tentativas e o critério de aprendizagem das relações foi $ID > 90\%$ (pelo menos 33 acertos em 36) por três sessões consecutivas. Ao final do Treino 1, foi iniciado o Treino 2, com as relações AC-CA para o sujeito M1 e relações AB-BA para o M2 (Tabela 2). O Treino 2 teve a mesma configuração e critérios da última etapa do Treino 1. Terminando o Treino 2, os animais passaram por um treino misto (Treino Misto 1) com todas as relações treinadas sendo apresentadas na mesma sessão.

Ao longo do experimento, em cada tentativa, o rato foi colocado no compartimento 1 da caixa experimental (Figura 7). Respostas de cavar na areia do copo de modelo e consumir a pelota foram seguidas pela remoção da barreira (porta da Figura 7) e consequente apresentação dos estímulos de comparação (compartimento 2 da Figura 7). Respostas de cavar no estímulo comparação correto (*i.e.*, no treino AB-BA, se A1 é a amostra e B1, B2 e B3 são comparações, a escolha correta é B1) também produziram o acesso a uma pelota de açúcar. Durante todo o experimento, as tentativas começaram quando o animal foi colocado na caixa e terminaram após a resposta no estímulo de comparação, ou decorridos três minutos sem responder (cavar). O intervalo entre tentativas foi o tempo necessário para limpar a caixa e organizar a próxima tentativa (aprox. 10 segundos). A areia acumulada na bandeja embaixo da caixa foi descartada de uma a três vezes ao longo das sessões durante o intervalo entre tentativas.

Em ambas as fases de treino arbitrário, caso o desempenho do rato permanecesse abaixo de 35% (12 acertos ou menos) por duas sessões consecutivas, foi aplicado um procedimento de correção no qual, após uma escolha errada, o sujeito podia responder nos outros copos até consumir a pelota. Após as sessões com desempenho baixo foi avaliada a possibilidade de existir um viés de escolha pela posição, mas, como não foi identificado, optou-se por um procedimento de correção geral. Além disso, a partir da quinta sessão de treino com apresentação de todos os estímulos comparações, em algumas tentativas, a pelota de açúcar no estímulo correto não estava enterrada, mas foi colocada sobre a areia imediatamente após a resposta. Essas tentativas foram definidas aleatoriamente entre as 36 tentativas de cada sessão de treino, com máximo de 6 tentativas por sessão, e permitiram avaliar se o responder dos ratos estava ou não sendo controlado pelo cheiro da pelota

enterrada, visto que nenhum copo de comparação continha alimento antes da resposta nessas tentativas. Em todo o experimento, a ordem de apresentação dos estímulos foi semialeatória, com não mais que duas tentativas seguidas com o mesmo estímulo como modelo. A posição de apresentação dos estímulos de comparação também foi semialeatória, tendo no máximo duas tentativas seguidas com os estímulos na mesma posição.

4.1.3.3. Treino de identidade

Após a primeira rodada de testes (descrita a seguir), foi realizado um treino de identidade (AA), com a mesma configuração e mesmo critério dos treinos arbitrários, mas apenas com os elementos do conjunto A (*e.g.* A1 como modelo, A1, A2 e A3 como comparações). Após este treino, os ratos passaram por um treino misto (Treino Misto 2) com tentativas de todas as fases de treino, tanto arbitrário quanto de identidade.

4.1.3.4. Teste

Após as etapas de treino, os sujeitos passaram por duas sessões de teste por sondas com os conjuntos B e C (teste BC-CB) para verificar se houve ou não a emergência de transitividade (Teste 1).

Nas sessões de teste, tentativas de treino AB-BA e AC-CA foram intercaladas com tentativas de teste BC-CB, sendo 24 tentativas de linha de base (com reforço) e 12 de teste (sem reforço). Nesta fase, a ordem de apresentação das relações foi semialeatória a cada bloco de seis tentativas, garantindo-se que houvesse pelo menos uma tentativa de treino entre as tentativas de teste, que não fosse repetido o mesmo tipo de tentativa (AB, BA, AC ou CA) por mais do que duas vezes, e que a sessão não começasse nem terminasse com tentativa de teste. Nas tentativas de teste, o sujeito foi retirado imediatamente após emitir a resposta em qualquer estímulo de comparação. A primeira sessão de teste incluiu todas as relações BC-CB, e a segunda foi uma repetição da primeira.

Após o Treino Misto 2, foi repetido o teste BC-CB para avaliar o efeito do treino de identidade sobre as relações transitivas (Teste 2). A Tabela 2 apresenta um resumo dos procedimentos.

Tabela 2 – Sequência de procedimentos do experimento.

Fases	M1	M2
	Habituação	
Pré-treino	Adaptação ao consumo da pelota	
	Modelagem	
Treino 1	AB-BA	AC-CA
Treino 2	AC-CA	AB-BA
Treino Misto 1	AB-BA-AC-CA	
Teste 1	BC-CB	
	BC-CB	
Treino Identidade	A-A	
Treino Misto 2	AB-BA-AC-CA-AA	
Teste 2	BC-CB	
	BC-CB	

4.1.4. Métodos de análise dos resultados

Foi avaliado o desenvolvimento do desempenho de cada sujeito ao longo do experimento analisando e comparando os resultados entre sessões, bem como a evolução da aprendizagem dentro de cada sessão. Foram registrados:

- quantidade de acertos e erros na sessão e a quais tentativas eles correspondem;
- tempo de duração da sessão;
- o estímulo no qual o rato respondeu em cada tentativa;
- tentativas sem resposta.

Esses dados permitiram avaliar o processo de aquisição das relações nas diferentes fases, a distribuição das respostas, tanto acertos quanto erros, entre as relações e as posições de apresentação dos estímulos, bem como a obtenção dos critérios de aprendizagem por meio do cálculo do índice discriminativo porcentual ($ID = [\text{quantidade de acertos} / \text{total de tentativas}] * 100$) para o resultado total e, quando necessário, para cada relação em uma sessão. Conforme apresentado anteriormente, o critério de aprendizagem no fim dos treinos foi de $ID > 90\%$ por três sessões consecutivas, ou um mínimo de quatro acertos para cada relação (67%)

por três sessões consecutivas. Estes critérios buscam assegurar a aprendizagem das relações que são pré-requisito para a formação das relações avaliadas no teste, exigem estabilidade entre sessões e garantem que os acertos estão distribuídos de forma equilibrada entre as relações apresentadas no treino. Além disso, essa quantidade de acertos apresenta $p < 0,05$ para os acertos em cada relação serem ao acaso de acordo com o teste binomial (com probabilidade $S = 0.33$).

Para a análise dos resultados das sessões de teste, as respostas nas tentativas de sonda e nas de linha de base (relações treinadas) foram analisadas separadamente. Para avaliar se o desempenho apresenta ou não relações emergentes, foi feita uma análise da distribuição das respostas em cada tentativa para os resultados das 12 sondas em cada sessão de teste; as respostas também foram avaliadas de acordo com o teste binomial (com probabilidade $S = 0.3$) como medida da diferença entre o desempenho apresentado e o esperado para um desempenho consistente com relações de transitividade. Os dados das tentativas de linha de base permitiram examinar o efeito das sondas em extinção sobre o desempenho nas relações já treinadas.

4.2. Observação dos aspectos éticos

O presente trabalho foi aprovado pela CEUA do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (protocolo nº 2291131117) e CEUA da Faculdade de Ciências da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (processo nº 1325/2017).

4.3. Resultados

4.3.1. M1

O rato M1 iniciou o experimento com as relações AB-BA no Treino 1 (Figura 9, seção I). Na etapa com dois estímulos, levou 15 sessões para atingir o critério de desempenho de $ID \geq 67\%$ em uma sessão, e foi aplicado procedimento de correção das sessões cinco (primeira sessão desta etapa) à 16. Nesta etapa, em seis sessões, M1 respondeu em menos tentativas do que o planejado por atingir o critério de inatividade. Como isso continuou acontecendo no início da etapa com três estímulos, a partir da 28ª sessão foi aplicado um treino adaptado com duração de 12 sessões em que o total de tentativas de cada sessão foi reduzido para uma quantidade próxima ao que ele vinha respondendo. Este procedimento foi feito até o rato voltar a responder em todas as tentativas. Então, a quantidade de tentativas foi gradualmente elevada

até retornar às 36 tentativas por sessão. Após esta intervenção, M1 passou por mais oito sessões de treino e atingiu o critério de aprendizagem do Treino 1. No Treino 2 (Figura 9, seção II), com as relações AC-CA, passou por 19 sessões e também atingiu o critério de aprendizagem. Em seguida, no Treino Misto 1, manteve o desempenho entre 69% e 83%.

Figura 9 – Desempenho do sujeito M1 ao longo do experimento. Os pontos correspondem às sessões de treino e os triângulos, às sessões de teste. As sessões de pré-treino, sessões sem resposta e as com menos de três respostas foram contabilizadas, mas não estão indicadas no gráfico. As etapas do experimento para este sujeito foram: (I) Treino AB-BA; (II) Treino AC-CA; (III) Treino Misto 1; (IV) Teste 1; (V) Treino de Identidade A-A; (VI) Treino Misto 2; (VII) Teste 2. No Treino 1, as sessões até o primeiro ponto em branco são com dois estímulos de comparação. Note que a escala dos gráficos varia de acordo com o número de sessões que cada sujeito realizou.

Após três sessões de Treino Misto (Figura 9, seção III), foram aplicadas duas sessões de teste (Figura 9, seção IV) com 12 tentativas de sonda BC e CB, e 24 de linha de base (AB, BA, AC e CA) em cada sessão. A distribuição das respostas para cada estímulo de comparação nas sondas (Tabela 3) aponta para um controle das respostas pelo estímulo B3 na Sessão 1, e respostas relativamente dispersas na Sessão 2. De acordo com o teste binomial, o total de acertos em cada sessão de teste não foi diferente do acaso. Nas tentativas de linha de base, o ID das duas sessões foi 83%. Sendo assim, os resultados dessas sessões de teste não permitem afirmar que houve emergência de relações de transitividade, mesmo com o desempenho das relações pré-requisito se mantendo acima de 80%.

Tabela 3 – Respostas do sujeito M1 nas tentativas de sonda do Teste 1. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado duas vezes por sessão (e.g. nas duas tentativas com B1 como modelo na Sessão 1, escolheu C1 em uma e C3 na outra). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade.

Teste 1											
Sessão 1				Sessão 2				Total teste 1			
	C1	C2	C3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
B1	1	0	1	B1	1	0	1	B1	2	0	2
B2	1	0	1	B2	0	1	1	B2	1	1	2
B3	0	1	1	B3	1	0	1	B3	1	1	2
Total	2	1	3	Total	2	1	3	Total	4	2	6
	B1	B2	B3		B1	B2	B3		B1	B2	B3
C1	0	0	2	C1	0	0	2	C1	0	0	4
C2	0	0	2	C2	0	1	1	C2	0	1	3
C3	1	0	1	C3	2	0	0	C3	3	0	1
Total	1	0	5	Total	2	1	3	Total	3	1	8

Em seguida, foi realizado o treino das relações de identidade A-A (Figura 9, seção V), com o critério de aprendizagem sendo atingido depois de apenas sete sessões. Então, o sujeito passou por mais uma etapa de Treino Misto (Figura 9, seção VI), incluindo as relações de identidade, até apresentar $ID > 90\%$ em uma sessão. Esta mudança no critério do segundo Treino Misto foi feita para garantir que o sujeito aprendesse a responder a todas as relações treinadas simultaneamente antes de ir para o próximo teste, uma vez que a falta deste critério no primeiro Treino Misto pode ter influenciado no baixo desempenho no Teste 1.

Tabela 4 – Respostas do sujeito M1 nas tentativas de sonda do Teste 2. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado duas vezes por sessão (e.g. nas duas tentativas com B1 como modelo na Sessão 1, escolheu C1). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade.

Teste 2											
Sessão 1				Sessão 2				Total teste 2			
	C1	C2	C3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
B1	2	0	0	B1	0	0	2	B1	2	0	2
B2	1	0	1	B2	0	1	1	B2	1	1	2
B3	1	0	1	B3	0	1	1	B3	1	1	2
Total	4	0	2	Total	0	2	4	Total	4	2	6
	B1	B2	B3		B1	B2	B3		B1	B2	B3
C1	2	0	0	C1	2	0	0	C1	4	0	0
C2	0	1	1	C2	0	1	1	C2	0	2	2
C3	2	0	0	C3	2	0	0	C3	4	0	0
Total	4	1	1	Total	4	1	1	Total	8	2	2

O sujeito M1 teve um desempenho ligeiramente melhor nas sessões do Teste 2 (Figura 9, seção VII), porém, ainda não o suficiente para ser considerado consistente com as relações de transitividade e não diferente do acaso de acordo com o teste binomial. A análise das respostas do Teste 2 (Tabela 4) indica um possível controle por estímulos específicos (C1 e B1 na Sessão 1, C3 e B1 na Sessão 2).

O desempenho deste sujeito mostra que as relações de linha de base foram aprendidas, mas esse repertório não foi o suficiente para a demonstração de transitividade emergente nos testes. O critério de mudança da fase com dois estímulos de comparação para três não pareceu ter sido alto o suficiente para que essa transição fosse tão amena quanto o esperado, uma vez que o desempenho no início da fase com três estímulos ficou abaixo do apresentado no início da fase com dois. Esse resultado aponta para a possibilidade de a mudança na quantidade de estímulos olfativos apresentados como comparação ser uma alteração ambiental tão relevante que prejudica o controle previamente estabelecido, pelo menos nos níveis utilizados como critério. Outro critério que pode não ter sido aplicado de forma eficaz foi a utilização de um número fixo de sessões independente do desempenho no Treino Misto 1. O baixo desempenho no Teste 1 pode ter sido influenciado pela mudança abrupta no formato do treino. No Treino 2 foi aplicado um critério de desempenho para, pelo menos, uma sessão antes dos testes, sendo observada uma leve melhora no resultado do Teste 2. Os resultados do Treino de Identidade

evidenciam uma aprendizagem rápida destas relações, o que não era esperado, visto que em experimento anterior com equipamento semelhante (Alves & Gonçalves, 2018) a maioria dos ratos teve dificuldade de aprender as relações condicionais do primeiro par de estímulos em menos de 20 sessões. Apesar disso, um bom desempenho no MTS de identidade não foi capaz de favorecer a emergência de transitividade para este sujeito.

4.3.2. M2

O sujeito M2 iniciou o experimento com o treino das relações AC-CA no Treino 1 (Figura 10, seção I). Levou 19 sessões para atingir o critério da etapa com dois estímulos de comparação e 35 para terminar a etapa com três. Foi utilizado procedimento de correção na primeira e da terceira à 12ª sessões da etapa com dois estímulos, visto que o sujeito teve dificuldade para responder em todas as tentativas nas sessões iniciais desta fase. No início da apresentação de três estímulos de comparação (23ª sessão), houve uma queda no desempenho seguida de um rápido retorno à faixa entre 60% e 70% de acerto, onde permaneceu por algumas sessões, até apresentar uma redução abrupta na quantidade de tentativas respondidas durante a sessão (*e.g.* a 31ª sessão foi encerrada por inatividade após apenas 13 tentativas respondidas). A partir da 32ª sessão, foi aplicado um treino adaptado com os mesmos critérios utilizados para M1, por 11 sessões, até o sujeito voltar a responder em uma sessão com 36 tentativas. Ao final do treino especial, o desempenho tornou a subir até atingir o critério do Treino 1.

Figura 10 – Desempenho do sujeito M2 ao longo do experimento. Os pontos correspondem às sessões de treino e os triângulos, às sessões de teste. As sessões de pré-treino e sessões sem resposta foram contabilizadas, mas não estão indicadas no gráfico. As etapas do experimento para este sujeito foram: (I) Treino AC-CA; (II) Treino AB-BA; (III) Treino Misto 1; (IV) Teste 1; (V) Treino de Identidade A-A; (VI) Treino Misto 2; (VII) Teste 2. No Treino 1, as sessões até o primeiro ponto em branco são com dois estímulos de comparação. Note que a escala dos gráficos varia de acordo com o número de sessões que cada sujeito realizou. * = $p < 0.05$

No Treino 2 (Figura 10, seção II), o desempenho de M2 permaneceu instável e abaixo de 60% por 29 sessões. Nesta fase, o procedimento de correção foi aplicado, inicialmente, após uma sessão com queda no desempenho; depois de 23 sessões sem aumento significativo na quantidade de acerto, o procedimento de correção foi alterado para acontecer de forma parcial e flexível ao longo da sessão (*e.g.* após dois erros, o próximo permitia correção) em vez de na sessão toda. Como esse procedimento também não foi suficiente para favorecer a aprendizagem das relações, foi aplicada mais uma etapa de treino adaptado, porém, com alteração na forma de apresentação das relações. Nas sessões 87 e 88 (Figura 10), foram apresentados apenas dois estímulos de comparação na primeira metade da sessão, e os três na segunda metade, com as relações sendo apresentadas em blocos separados de tentativas durante toda a sessão (seis blocos de seis tentativas por relação). A sessão 89 teve apenas um estímulo de comparação em todas as tentativas. A 90, teve apenas dois estímulos de comparação. A sessão 91 foi composta apenas das relações que o sujeito vinha apresentando mais dificuldade (A3B3 e B3A3). Houve melhora no desempenho de M2 após o treino adaptado, mas, devido à grande quantidade de sessões transcorridas, optou-se por encerrar o Treino 2 com o critério de, pelo menos, quatro acertos por relação por três sessões

consecutivas. Como discutido anteriormente, este critério é mais brando do que o utilizado no treino anterior, mas ainda preservou a exigência de que o sujeito demonstrasse uma aprendizagem homogênea e relativamente permanente das relações pré-requisito para o teste. Em seguida, M2 passou por oito sessões de Treino Misto (Figura 10, seção III) e prosseguiu para o teste.

Tabela 5 – Respostas do sujeito M2 nas tentativas de sonda do Teste 1. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado duas vezes por sessão (e.g. nas duas tentativas com B1 como modelo na Sessão 1, escolheu C2 em uma e C3 na outra). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade.

Teste 1											
Sessão 1				Sessão 2				Total teste 1			
	C1	C2	C3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
B1	0	1	1	B1	0	1	1	B1	0	2	2
B2	1	1	0	B2	0	0	2	B2	1	1	2
B3	0	2	0	B3	0	1	1	B3	0	3	1
Total	1	4	1	Total	0	2	4	Total	1	6	5
	B1	B2	B3		B1	B2	B3		B1	B2	B3
C1	1	1	0	C1	1	1	0	C1	2	2	0
C2	1	1	0	C2	0	0	2	C2	1	1	2
C3	0	1	1	C3	1	1	0	C3	1	2	1
Total	2	3	1	Total	2	2	2	Total	4	5	3

As duas sessões do Teste 1 (Figura 10, seção IV) tiveram a mesma configuração do teste aplicado em M1 e a distribuição das respostas de M2 nas sondas está apresentada na Tabela 5. Da mesma forma, não é possível identificar indícios de emergência das relações transitivas. O ID dessas sessões foi 33% na primeira e 17% na segunda. Para as tentativas de linha de base, o ID foi de 79% na primeira sessão e 54% na segunda, indicando uma possível deterioração das relações treinadas após a primeira sessão de teste.

No Treino de Identidade (Figura 10, seção V), M2 atingiu o critério em nove sessões, e finalizou o segundo Treino Misto (Figura 10, seção VI) em sete sessões. No Teste 2 (Figura 10, seção VI), na primeira sessão, o sujeito apresentou 58% de acerto nas sondas sem reforço, o que é considerado acima do acaso ($p < 0,05$) de acordo com o teste binomial. Na segunda sessão, o desempenho nas sondas caiu para 25%. A análise da distribuição das respostas no Teste 2 (Tabela 6) mostra uma ligeira tendência a responder no estímulo C3 em ambas as sessões, um controle mais acentuado pelo estímulo B2 na sessão 2, e a ausência de respostas

diante dos estímulos C2 e B1 na sessão 2. Nas tentativas de linha de base, o ID foi de 67% na primeira sessão e 50% na segunda, mantendo a tendência vista nas sessões do Teste 1.

Tabela 6 – Respostas do sujeito M2 nas tentativas de sonda do Teste 2. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado duas vezes por sessão (e.g. nas duas tentativas com B1 como modelo na Sessão 1, escolheu C1 em uma e C3 na outra). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade.

Teste 2											
Sessão 1				Sessão 2				Total teste 2			
	C1	C2	C3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
B1	1	0	1	B1	0	0	2	B1	1	0	3
B2	0	1	1	B2	1	0	1	B2	1	1	2
B3	0	0	2	B3	1	0	1	B3	1	0	3
Total	1	1	4	Total	2	0	4	Total	3	1	8
	B1	B2	B3		B1	B2	B3		B1	B2	B3
C1	1	0	1	C1	0	1	1	C1	1	1	2
C2	0	2	0	C2	0	2	0	C2	0	4	0
C3	1	1	0	C3	0	2	0	C3	1	3	0
Total	2	3	1	Total	0	5	1	Total	2	8	2

Assim como com o sujeito M1, o M2 aprendeu todas as relações treinadas, porém, apresentou maior dificuldade no Treino 2, sendo necessário aplicar um critério mais brando para o fim desta etapa para que o experimento com este sujeito não ficasse ainda mais extenso. Também foi observada uma queda abrupta de desempenho no início da etapa com três comparações do Treino 1, que começou com ID menor que no início da fase anterior. Mesmo aplicando um critério de desempenho para o Treino Misto, a quantidade de acertos nas primeiras sessões de teste ainda foi baixa. No Treino de Identidade, M2 também apresentou uma aprendizagem rápida das relações, embora não tão estável quanto M1. O desempenho na primeira sessão do Teste 2 pode ser considerado um indício de transitividade emergente, mas um desempenho muito pior foi observado na repetição do teste, o que indica um controle frágil das respostas pelas relações de transitividade.

Em suma, é possível afirmar que os sujeitos do Experimento 1 aprenderam as relações de linha de base, mas apresentaram algumas dificuldades ao longo dos treinos. A utilização de um critério menos rigoroso na transição da etapa com dois estímulos de comparação para a com três pode ter resultado em uma dificuldade maior no começo dessa etapa. O Treino 2 exigia que o sujeito continuasse respondendo de acordo com a relação condicional, apesar da existência de um estímulo a mais. No início do Treino 2 os sujeitos apresentaram baixo desempenho por várias sessões, indicando um alto grau de dificuldade. Embora um dos sujeitos tenha respondido de forma consistente com a relação de transitividade, no geral os resultados não demonstram a relação de transitividade. Porém, a configuração do teste, com apenas 12 tentativas de sonda para avaliar seis relações diferentes, pode ter prejudicado a medida do desempenho nas relações emergentes, uma vez que uma relação era apresentada apenas duas vezes em cada sessão. Além disso, mesmo recorrendo a uma segunda sessão, não foi possível balancear a distribuição dos estímulos em cada posição para cada relação, dificultando ainda mais a confiabilidade do teste.

O Experimento 2 foi realizado alterando-se os aspectos do Experimento 1 que pudessem ter interferido negativamente nos desempenhos dos sujeitos.

5. EXPERIMENTO 2

O objetivo do Experimento 2 foi replicar o Experimento 1, com adaptações baseadas nos resultados apresentados anteriormente para melhor avaliar se o desempenho dos sujeitos nos testes seria consistente com as relações de transitividade. Os resultados dos sujeitos do Experimento 2 serão apresentados em ordem cronológica de finalização do experimento.

5.1.Método

5.1.1. Sujeitos

Os sujeitos W13, W14, W15 e W16 iniciaram o experimento com aproximadamente 90 dias e peso de 395g em média. Inicialmente, os animais foram acondicionados em gaiolas com dois ratos cada, porém, ao longo do experimento, foi observada uma discrepância muito grande de peso e de desempenho entre dois ratos que estavam na mesma gaiola (W15 e W16), além de interrupções do responder por períodos prolongados para todos os sujeitos. Portanto, para preservar a saúde dos animais sem mudar drasticamente o regime de privação, todos os sujeitos foram separados em gaiolas individuais. O momento em que essa separação ocorreu será indicada na descrição dos resultados de cada rato. Por todo o experimento, eles tiveram água disponível *ad lib* e ambiente climatizado. O regime de privação foi o mesmo utilizado para os sujeitos M1 e M2. No decorrer de todo o experimento, foi feita apenas uma sessão por dia (aproximadamente cinco dias por semana), depois da qual eles receberam a quantidade diária de ração.

5.1.2. Equipamentos e materiais

Os materiais utilizados no Experimento 2 foram os mesmos do Experimento 1, mudando apenas a combinação de estímulos para cada conjunto, conforme apresentado na Tabela 7. As respostas foram registradas manualmente em folhas de registro impressas contendo a sequência de tentativas a serem apresentadas na sessão (Apêndice A).

Tabela 7 – Conjuntos de estímulos utilizados para os sujeitos W13, W14, W15 e W16.

	Conjunto A	Conjunto B	Conjunto C
W13 e W14	A1: Erva-doce	B1: Maracujá	C1: Canela
	A2: Hortelã	B2: Camomila	C2: Cravo
	A3: Alecrim	B3: Limão	C3: Coco
	Conjunto A	Conjunto B	Conjunto C
W15 e W16	A1: Hortelã	B1: Coco	C1: Limão
	A2: Canela	B2: Erva-doce	C2: Alecrim
	A3: Cravo	B3: Maracujá	C3: Camomila

5.1.3. Procedimentos

5.1.3.1. Pré-treino

Todas as etapas de pré-treino do Experimento 2 foram iguais às do Experimento 1.

5.1.3.2. Treino arbitrário

As fases de treino arbitrário passaram por alguns ajustes para o Experimento 2. No Treino 1, os sujeitos passaram para a etapa com três comparações após uma sessão com ID > 90% (33 acertos em 36). O critério de aprendizagem para encerramento da última etapa do Treino 1 continuou sendo ID > 90% por três sessões consecutivas. Estes critérios também foram aplicados no Treino 2, que teve introdução gradual dos estímulos (iniciando com um estímulo comparação) em vez de já iniciar com a apresentação de todos. Assim como no Experimento 1, apenas os resultados a partir das etapas com dois estímulos comparação ou mais podem ser analisados em termos de acertos e erros, logo, as sessões anteriores não serão representadas nos gráficos. Essas alterações foram feitas a partir dos resultados de M1 e M2, que levaram muitas sessões para atingir o critério de aprendizagem, visando facilitar a aprendizagem das relações e, consequentemente, otimizar o treino. Além disso, o tempo de inatividade foi aumentado para 10 min. para os ratos que precisaram passar por procedimentos de treino adaptado por estarem apresentando dificuldades com responder em todas as tentativas da sessão. Assim como no experimento 1, após as sessões com desempenho baixo foi avaliada a possibilidade de existir um viés de escolha pela posição. Nas situações em que esse viés foi identificado, a posição da caixa foi invertida e o procedimento de correção geral foi mantido. O restante do treino seguiu as mesmas configurações do Experimento 1.

5.1.3.3. Treino Misto 1

Terminando o Treino 2, os sujeitos também passaram por um treino misto com todas as relações treinadas sendo apresentadas na mesma sessão. Além da apresentação simultânea, em uma mesma sessão, de todas as relações treinadas, esta fase também teve como objetivo expandir a quantidade de tentativas para a mesma utilizada nos testes e reduzir a probabilidade de reforço para a mesma a que os sujeitos seriam expostos durante os testes, ou seja, 30 tentativas com possibilidade de reforço em um total de 42 tentativas. Esta fase teve início com 40 tentativas AB, BA, AC e CA com possibilidade de reforço em todas elas. Após ao menos uma sessão com $ID > 90\%$, o total de tentativas passou para 42 e em seis tentativas escolhidas de forma semialeatória (evitando as tentativas inicial e final, e mais de duas consecutivas) não havia possibilidade de reforço. Então, após o desempenho atingir $ID > 90\%$ novamente, o número de tentativas sem reforço foi aumentado para 12. A fase foi encerrada e seguida dos testes após uma sessão com $ID > 90\%$ com 12 tentativas sem possibilidade de reforço.

5.1.3.4. Treino de Identidade

Assim como no Experimento 1, após a primeira rodada de testes (descrita a seguir), foi realizado um treino de identidade (AA). Após este treino, os ratos passaram por um treino misto (Treino Misto 2) com tentativas de todas as fases de treino, tanto arbitrário quanto de identidade.

Para o sujeito W13 (último a completar o experimento), o treino de identidade sofreu várias alterações e foi aplicado de forma alternada a sessões adicionais de teste. Para este sujeito, as relações de identidade treinadas envolveram estímulos dos três conjuntos, e não apenas do conjunto A. Inicialmente, o treino foi realizado com os estímulos 1 de cada conjunto, ou seja, A1-A1, B1-B1 e C1-C1. Então, após sessões de teste, foram treinadas as relações com os estímulos 2 (A2-A2, B2-B2, C2-C2), e, posteriormente, com os estímulos 3 (A3-A3, B3-B3, C3-C3). O objetivo destas alterações foi investigar o efeito do treino de identidade com estímulos que aparecem no teste sobre a emergência de transitividade.

5.1.3.5. Treino Misto 2

Os sujeitos W14 e W15 passaram por uma segunda fase de treino misto após o treino de identidade. As sessões foram compostas de 45 tentativas com todas as relações treinadas. Também foi realizado o procedimento de redução gradual da probabilidade de reforço para até 12 tentativas não-reforçadas.

5.1.3.6. *Teste*

Após as etapas de treino, os sujeitos passaram por três sessões de teste por sondas com os conjuntos B e C (Teste 1) para verificar se houve ou não a emergência de transitividade.

Na primeira sessão de teste, tentativas de treino AB-BA e AC-CA foram intercaladas com tentativas de teste BC ou CB, sendo 24 tentativas de linha de base (com reforço) e 12 de teste (sem reforço). Na segunda sessão de teste a configuração foi a mesma, mudando apenas a relação (*i.e.* CB para os que fizeram o teste BC na primeira sessão e vice-versa). Na terceira sessão, tentativas BC e CB foram apresentadas simultaneamente ao longo das 12 sondas. Essa alteração no teste, com relação ao Experimento 1, foi feita para aumentar a quantidade de respostas obtidas para as relações testadas e para avaliar se houve diferença no responder quando as relações eram apresentadas separadamente.

Nesta fase, a ordem de apresentação das relações foi semialeatória a cada bloco de 6 tentativas, garantindo-se que houvesse pelo menos uma tentativa de treino entre as tentativas de teste, que não fosse repetido o mesmo tipo de tentativa (AB, BA, AC ou CA) por mais do que duas vezes, e que a sessão não começasse nem terminasse com tentativa de teste. Nas tentativas de teste, o sujeito foi retirado imediatamente após emitir a resposta em qualquer estímulo de comparação.

Após o Treino Misto 2, as sessões de teste foram repetidas para avaliar o efeito do treino de identidade sobre as relações transitivas (Teste 2). A Tabela 8 apresenta um resumo dos procedimentos.

Tabela 8 – Sequência de procedimentos do experimento.

Fases	W13	W14	W15	W16 ⁷
Pré-treino	Habituação			
	Adaptação ao consumo da pelota			
	Modelagem			
Treino 1	AB-BA	AC-CA	AB-BA	AC-CA
Treino 2	AC-CA	AB-BA	AC-CA	AB-BA
Treino Misto 1	AB-BA-AC-CA			-
Teste 1	CB	BC	CB	-
	BC	CB	BC	
	BC-CB	BC-CB	BC-CB	
Treino Identidade	A1B1C1	A-A	A-A	-
	A2B2C2			
	A3B3C3			
Treino Misto 2	AB-BA-AC-CA-AA			-
Teste 2	B1C1-C1B1	CB	BC	-
	A2A2-B2B2-C2C2			
	B2C2-C2B2			
	B2C2-C2B2	BC-CB	BC-CB	
	B2C2-C2B2			
	B3C3-C3-B3			

5.1.4. Métodos de análise dos resultados

A análise dos resultados seguiu o mesmo método do Experimento 1, excluindo apenas o ID% por relação como critério para mudança de etapa dentro das fases de treino. Dessa forma, durante todo o Experimento 2, o critério de desempenho foi $ID > 90\%$, variando apenas a exigência de quantidade de sessões consecutivas com esse ID.

⁷ Conforme será apresentado na seção de resultados, W16 não terminou o Treino 2 e não passou pelo restante das fases.

5.2.Observação dos aspectos éticos

O presente trabalho foi aprovado pela CEUA do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (protocolo nº 2291131117) e CEUA da Faculdade de Ciências da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (processo nº 1325/2017).

5.3. Resultados

5.3.1. W15

O sujeito W15 iniciou o Treino 1 (Figura 11, seção I) com as relações AB-BA. Passou para a etapa com três comparações após 16 sessões e nela permaneceu por mais 5 sessões. O procedimento de correção foi aplicado na primeira sessão do Treino 1. No Treino 2 (Figura 11, seção II), passou pelas etapas com um e dois estímulos de comparação em 10 sessões. A etapa com três estímulos teve procedimento de correção na primeira sessão e o rato atingiu o critério em 10 sessões. No entanto, o sujeito apresentou dificuldades no início do Treino Misto (Figura 11, seção III), respondendo em menos tentativas do que o planejado nas sete primeiras sessões. Nas terceira, quarta, quinta e sétima sessões foi feita uma pausa na coleta sempre que o rato começava a demonstrar sinais de inatividade. O tempo de pausa foi maior (uma a duas horas) na terceira e na quarta sessões, nas quais o sujeito parou de responder logo no início da sessão. Nas quinta e sétima sessões, a pausa foi de, em média, 15 minutos, e ocorreu na segunda metade das sessões. Apesar de melhorar o tempo em que o rato passou respondendo, essas intervenções não tiveram efeito sobre a interrupção do responder, pois as sessões continuaram sendo encerradas por inatividade. Com isso, foi aplicado um treino adaptado de 26 sessões no total. Nas 10 primeiras sessões, a quantidade de tentativas (Treino Misto) por sessão foi reduzida a 10, e aumentada para 20 quando o sujeito voltou a responder consistentemente em todas as tentativas. Da 11^a à 23^a sessões, foram apresentadas apenas as relações AB-BA, aumentando gradualmente a quantidade de tentativas até atingir 40 por sessão. O rato voltou a parar de responder na 11^a sessão e continuou respondendo em menos de 10 tentativas até a 18^a sessão, na qual deixou de responder em todas as tentativas apresentadas. A partir da 14^a sessão de treino adaptado (sessão 68 da Figura 11), os sujeitos W15 e W16, até então alojados na mesma caixa, foram separados. O motivo dessa separação foi tanto uma preocupação com o peso dos ratos, uma vez que vinha sendo observada uma estagnação no peso de W16 e constante aumento no peso de W15, quanto com o desempenho, já que ambos estavam apresentando dificuldades para responder em sessão. Nas 19^a e 20^a sessões, foi aplicado um procedimento de correção em que o rato podia ficar na caixa até

escolher o estímulo correto após dois erros seguidos. Já na 20ª sessão, o sujeito voltou a responder em todas as tentativas. O treino com as relações AB-BA prosseguiu até a 23ª sessão, na qual o rato conseguiu responder em todas as 40 tentativas e apresentar um ID maior que 85%. Da 24ª à 26ª sessão, as relações AC-CA voltaram a ser apresentadas na mesma sessão que as AB-BA, porém, com introdução gradual: cinco tentativas na sessão 24, 10 na 25, e 15 na 26. Sendo assim, após a 26ª sessão de treino adaptado (corresponde à sessão 80 da Figura 11), W15 retornou ao Treino Misto regular com 20 tentativas de cada fase anterior de treino, e atingiu um ID de 90% após três sessões. Então, foi aplicado o procedimento de redução da probabilidade de reforço como preparação para os testes em sonda. O sujeito passou por duas sessões sem reforço em seis tentativas, atingindo ID de 95% na segunda sessão, e mais três sessões sem reforço em 12 tentativas, atingindo ID de 90% na terceira sessão. Assim, o rato concluiu a fase de Treino Misto e seguiu para as sessões de teste.

Figura 11 – Desempenho do sujeito W15 ao longo do experimento. Os pontos correspondem às sessões de treino e os quadrados, losangos e triângulos, às sessões de teste. As sessões de pré-treino, sessões sem resposta e as com menos de três respostas foram contabilizadas, mas não estão indicadas no gráfico. As etapas do experimento para este sujeito foram: (I) Treino AC-CA; (II) Treino AB-BA; (III) Treino Misto 1; (IV) Teste 1; (V) Treino de Identidade A-A; (VI) Treino Misto 2; (VII) Teste 2. Tanto no Treino 1 quanto no Treino 2, as sessões até o primeiro ponto em branco são com dois estímulos de comparação. Nos Treinos Mistos, as setas indicam a alteração na quantidade de tentativas com possibilidade de reforço. Note que a escala dos gráficos varia de acordo com o número de sessões que cada sujeito realizou. * = $p < 0.05$

Na primeira etapa de testes de transitividade (Figura 11, seção IV), o sujeito obteve um ID de 25% na Sessão 1, com as relações BC, 42% na Sessão 2, com as relações CB, e 58% na

sessão 3, com relações BC-CB. Como o desempenho na terceira sessão foi acima do acaso de acordo com o teste binomial ($p < 0.05$), a sessão foi repetida (sessão 4) e o ID obtido foi 50%. As respostas foram bem distribuídas entre os estímulos nas Sessões 1, 2 e 3 (Tabela 9), e com uma leve concentração nos estímulos B2 e C2 na sessão 4. Quanto ao desempenho nas tentativas de linha de base, na primeira sessão o ID foi 100%, na segunda e na terceira, 93%, e na quarta, 90%.

Tabela 9 – Respostas do sujeito W15 nas tentativas de sonda do Teste 1. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado quatro vezes nas duas primeiras sessões, e duas vezes na terceira e quarta (e.g. nas quatro tentativas com B1 como modelo na Sessão 1, escolheu C1 uma vez, C2 duas vezes e C3 uma vez). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade.

Teste 1																			
Sessão 1				Sessão 2				Sessão 3				Sessão 4				Total teste 1			
	C1	C2	C3		B1	B2	B3		C1	C2	C3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
B1	1	2	1	C1	3	0	1	B1	1	0	1	B1	1	1	0	B1	3	3	2
B2	3	0	1	C2	1	1	2	B2	1	1	0	B2	0	1	1	B2	4	2	2
B3	0	2	2	C3	0	3	1	B3	1	1	0	B3	0	2	0	B3	1	5	2
Total	4	4	4	Total	4	4	4	Total	3	2	1	Total	1	4	1	Total	8	10	6

terceira (BC-CB). Para este sujeito, o treino de identidade não favoreceu a emergência das relações de transitividade, uma vez que o resultado dos testes ficou abaixo do nível do acaso de acordo com o teste binomial nas três sessões. Uma possível rejeição do estímulo C1 pode ter influenciado nesse resultado (Tabela 10). Nas tentativas de linha de base, o desempenho foi de 90% na primeira sessão, 87 na segunda, e 90% na terceira.

Tabela 10 – Respostas do sujeito W15 nas tentativas de sonda do Teste 2. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado quatro vezes nas duas primeiras sessões, e duas vezes na terceira (e.g. nas quatro tentativas com B1 como modelo na Sessão 1, escolheu C2 e C3 duas vezes cada). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade.

Teste 2															
Sessão 1				Sessão 2				Sessão 3				Total teste 1			
	C1	C2	C3		B1	B2	B3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
B1	0	2	2	C1	0	3	1	B1	0	1	1	B1	0	3	3
B2	2	2	0	C2	1	2	1	B2	0	1	1	B2	2	3	1
B3	0	1	3	C3	1	1	2	B3	0	1	1	B3	0	2	4
Total	2	5	5	Total	2	6	4	Total	0	3	3	Total	2	8	8
									B1	B2	B3				
								C1	1	0	1	C1	1	3	2
								C2	0	2	0	C2	1	4	1
								C3	0	1	1	C3	1	2	3
								Total	1	3	2	Total	3	9	6

Teste 2 não foi consistente com as relações de transitividade. Esse resultado indica que um repertório bem estabelecido das relações condicionais pré-requisito não foi suficiente para produzir a emergência de transitividade em todas as sessões de teste.

5.3.2. W14

O rato W14 iniciou o experimento com o treino das relações AC-CA. No Treino 1 (Figura 12, seção I), teve dificuldade para atingir o critério na etapa com dois estímulos de comparação. Nas primeiras sessões desta etapa, foi observado que o rato não respondia na posição da esquerda. Após a sexta sessão, foi aplicada uma sessão com 18 tentativas com correção que tinha como objetivo minimizar a rejeição por essa posição. Nesta sessão, cada estímulo de comparação correto foi apresentado isoladamente na esquerda por seis tentativas, e, das 12 tentativas seguintes com duas possibilidades de escolha, nove tinham o estímulo correto à esquerda (com relação ao outro). Também foram feitas duas sessões (18 e 20 da Figura 12) com procedimento de correção e três (21, 23 e 27 da Figura 12) com a caixa experimental invertida com o lado dos estímulos de comparação direcionados para o lado oposto na mesa. O desempenho do sujeito aumentou gradualmente, mas, das sessões 27 a 33 (Figura 12), houve uma queda no total de tentativas respondidas. Apesar disso, o rato voltou a responder em todas as tentativas na sessão 34 e obteve um ID de 94% na 35 (Figura 12). Na etapa com três comparações, o desempenho de W14 voltou a ficar instável até a 12ª sessão desta etapa. A quantidade de tentativas disponíveis foi reduzida a 18 da 5ª à 9ª sessão. Nas 5ª, 6ª, 11ª e 12ª sessões, foi aplicado procedimento de correção. Além disso, a partir da 10ª sessão, foi feita uma pausa na coleta sempre que o rato começava a demonstrar sinais de inatividade, assim como foi feito com W15. Na 14ª sessão da etapa com três comparações, W14 atingiu um ID de 92%, e 94% na 15ª. Porém, na 16ª sessão, as folhas de registro foram inadvertidamente trocadas e a sessão foi feita com dois estímulos de comparação. Nesta sessão, o sujeito parou de responder após 14 tentativas, porém, manteve um desempenho alto (ID=93%). Em seguida, foi feita uma sessão com três comparações, na qual o rato acertou 92% das 12 tentativas respondidas, e mais uma sessão, em que obteve um ID de 94% e respondeu em todas as tentativas. Como o erro no procedimento não pareceu ter afetado a aprendizagem das relações, foi considerado que o sujeito atingiu o critério para esta fase de treino. No Treino 2 (Figura 12, seção II), W14 passou pelo treino das relações AB-BA. No início da fase com dois comparações, houve um agravamento do problema de interrupção do

responder, o que levou à aplicação de um treino adaptado a partir da nona sessão desta fase (sessão 63 da Figura 12). Nas duas primeiras sessões do treino adaptado, foi apresentado apenas um estímulo de comparação, em 18 tentativas. Da 3ª à 5ª, dois estímulos de comparação em 18 tentativas. Como a quantidade de tentativas respondidas continuou caindo, a 6ª e a 7ª sessões tiveram apenas nove tentativas. Então, o total de tentativas apresentadas voltou para 18 nas 8ª e 9ª sessões, e subiu para 27 da 10ª sessão à 12ª, quando o treino adaptado foi encerrado, porque o rato voltou a responder em todas as tentativas. Seis sessões depois, o sujeito atingiu o critério e passou para a etapa com três comparações. Esta etapa começou com uma sessão com procedimento de correção e terminou em 12 sessões. Diferentemente das etapas anteriores, nesta o sujeito não apresentou dificuldade para responder e teve um ID maior que 90% em três sessões separadas ao longo do treino, antes de completar mais três sessões consecutivas com o desempenho alto, inclusive chegando a 100% na 12ª sessão. Em seguida, foi aplicada a primeira sessão de Treino Misto (Figura 12, seção III), com 30 tentativas AB-BA e 10 AC-CA, na qual o rato acertou 90% das tentativas. Então, ele passou por mais sete sessões com 20 tentativas de cada fase de treino até o desempenho voltar a 90%. Por fim, passou por duas sessões de treino misto com redução da probabilidade de reforço para 6 tentativas na primeira sessão, e 12 na segunda, obtendo um ID maior que 90% nas duas.

Figura 12 – Desempenho do sujeito W14 ao longo do experimento. Os pontos correspondem às sessões de treino e os quadrados, losangos e triângulos, às sessões de teste. As sessões de pré-treino, sessões sem resposta e as com menos de três respostas foram contabilizadas, mas não estão indicadas no gráfico. As etapas do experimento para este sujeito foram: (I) Treino AC-CA; (II) Treino AB-BA; (III) Treino Misto 1; (IV) Teste 1; (V) Treino de Identidade A-A; (VI) Treino Misto 2; (VII) Teste 2. Tanto no Treino 1 quanto no Treino 2, as sessões até o primeiro ponto em branco são com dois estímulos de comparação. Nos Treinos Mistos, as setas indicam a alteração na quantidade de tentativas com possibilidade de reforço. Note que a escala dos gráficos varia de acordo com o número de sessões que cada sujeito realizou. * = $p < 0.05$

Na primeira etapa de testes de transitividade (Figura 12, seção IV), W14 obteve um ID de 33% na primeira sessão, com as relações BC, e 50% na segunda, com as relações CB. Houve uma queda no desempenho nas tentativas de linha de base, que foi de 97% na primeira sessão para 80% na segunda. Para esta queda não afetar o desempenho na última sessão de teste, foi aplicada uma sessão de treino misto, na qual o rato acertou 95% das tentativas. Na terceira sessão de teste, com as relações BC-CB, o sujeito obteve um ID de 18% nas sondas de transitividade e 87% nas tentativas de linha de base. Nenhuma destas sessões apresentou indícios de emergência de transitividade. A distribuição das respostas nos testes (Tabela 11) aponta para um controle pelo estímulo B1 na sessão 2, e ausência de resposta nos estímulos C2 e B3 na sessão 3. Também na sessão 3, o sujeito deixou de responder em uma tentativa com B3 como modelo.

Tabela 11 – Respostas do sujeito W14 nas tentativas de sonda do Teste 1. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado quatro vezes nas duas primeiras sessões, e duas vezes na terceira (e.g. nas seis tentativas com B1 como modelo na Sessão 1, escolheu C1 uma vez, C2 duas vezes e C3 uma vez). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade.

Teste 1															
Sessão 1				Sessão 2				Sessão 3				Total teste 1			
	C1	C2	C3		B1	B2	B3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
B1	1	2	1	C1	3	1	0	B1	1	0	1	B1	2	2	2
B2	3	1	0	C2	2	2	0	B2	2	0	0	B2	5	1	0
B3	1	1	2	C3	3	0	1	B3*	0	0	1	B3	1	1	3
Total	5	4	3	Total	8	3	1	Total	3	0	2	Total	8	4	5
								B1	B2	B3		B1	B2	B3	
								C1	0	2	0	C1	3	3	0
								C2	2	0	0	C2	4	2	0
								C3	1	1	0	C3	4	1	1
								Total	3	3	0	Total	11	6	1

*Não respondeu em uma tentativa dessa relação.

Finalizando a primeira etapa de teste, o rato passou por 11 sessões de treino de identidade A-A (Figura 12, seção V), com procedimento de correção nas três primeiras sessões, apresentando um ID de 90% ou mais nas três últimas sessões. Então, foi realizada a segunda fase de Treino Misto (Figura 12, seção VI). O sujeito respondeu em menos de 30 tentativas nas duas primeiras sessões, mas recuperou o desempenho e atingiu um ID de 98% na 7ª sessão. Na 8ª sessão, com probabilidade de reforço reduzida em seis tentativas, e na 9ª sessão, com probabilidade reduzida em 12, acertou 96% das tentativas. Então, na segunda fase de testes (Seção VII da Figura 12), obteve um ID de 20% na primeira sessão, com as relações CB, 80% na segunda sessão, com as relações BC, e 27% na terceira sessão, com as relações BC-CB. O resultado da segunda sessão foi considerado acima do acaso de acordo com o teste binomial ($p < 0,05$). No entanto, nas três sessões o rato deixou de responder em pelo menos uma tentativa de sonda. Na primeira sessão (Tabela 12), não respondeu em uma tentativa com C1 como modelo e em uma tentativa com C3 como modelo. Na sessão 2 (Tabela 12), não respondeu em uma tentativa com B2 como modelo, e em uma com B3 como modelo. Na sessão 3 (Tabela 12), não respondeu em uma tentativa com B2 como modelo. A análise da distribuição das respostas aponta para um controle pelo estímulo B2 na sessão 1, pelo estímulo B1 na sessão 3, e ausência de respostas no estímulo B3, também na sessão 3. Quanto ao

desempenho de linha de base, o ID foi de 80% na primeira sessão, 93% na segunda e 80% na terceira.

Tabela 12 – Respostas do sujeito W14 nas tentativas de sonda do Teste 2. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado quatro vezes nas duas primeiras sessões, e duas vezes na terceira (e.g. nas seis tentativas com C2 como modelo na Sessão 1, escolheu B1 duas vezes, B2 uma vez e B3 uma vez). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade.

Teste 2															
Sessão 1				Sessão 2				Sessão 3				Total teste 1			
	B1	B2	B3		C1	C2	C3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
C1*	1	2	0	B1	3	1	0	B1	0	1	1	B1	3	2	1
C2	2	1	1	B2*	0	3	0	B2*	1	0	0	B2	1	3	0
C3*	0	3	0	B3*	0	1	2	B3	0	0	2	B3	0	1	4
Total	3	6	1	Total	3	5	2	Total	1	1	3	Total	4	6	5
		B1	B2	B3					B1	B2	B3		B1	B2	B3
	C1	1	1	0		C1	2	3	0		C1	2	3	0	
	C2	2	0	0		C2	4	1	1		C2	4	1	1	
	C3	2	0	0		C3	2	3	0		C3	2	3	0	
	Total	5	1	0		Total	8	7	1		Total	8	7	1	

*Não respondeu em uma tentativa dessas relações.

O desempenho de W14 nas etapas de treino de relações arbitrárias mostra uma maior dificuldade para a aprendizagem dessas relações, mas, apesar de ter precisado de mais sessões do que W15, este sujeito atingiu o critério definido para as 12 relações de linha de base. Já o resultado do Treino Misto teve um padrão oposto, dado que o rato atingiu o critério em poucas sessões, o que também é um contraste entre o resultado de W14 e W15. O desempenho nos primeiros testes de transitividade não apresentou indícios de emergência, mesmo contando com uma sessão de treino de linha de base em que o sujeito apresentou um desempenho quase perfeito, antes da última sessão de teste. Esse resultado contribui para a hipótese de que os erros no teste não ocorreram por uma falha no estabelecimento das relações pré-requisito. As respostas no Treino de Identidade e no Treino Misto 2 seguiram o mesmo padrão de aprendizagem rápida apresentado por W15. A segunda etapa de teste de transitividade mostra indício de emergência para as relações BC quando apresentadas isoladamente na sessão, o que não se manteve na sessão seguinte com apresentação simultânea de BC e CB.

5.3.3. W13

O sujeito W13 iniciou o Treino 1 (Figura 13, seção I) com as relações AB-BA. Atingiu o critério da etapa com dois estímulos de comparações após 29 sessões, e da etapa com três,

após oito sessões. No Treino 2 (Figura 13, seção II), na etapa com dois estímulos, o desempenho vinha apresentando um aumento ao longo das 15 primeiras sessões, mas teve uma queda repentina por duas sessões consecutivas acompanhada de interrupção do responder (*e.g.* na 17ª sessão desta fase, respondeu em apenas 16 tentativas e acertou cinco). O rato passou por um treino adaptado de 12 sessões com total de tentativas por sessão reduzido para uma quantidade próxima ao que ele vinha respondendo, e aumento gradual até retornar a responder nas 36 tentativas de cada sessão. Então, continuou com dois estímulos de comparação por mais 15 sessões até atingir um ID superior a 92% em uma sessão. Na etapa com três estímulos de comparação, atingiu o critério do Treino 2 em 12 sessões.

Figura 13 – Desempenho do sujeito W13 ao longo do experimento. Os pontos correspondem às sessões de treino, o quadrado, losango e os triângulos, às sessões de teste. As sessões de Treino Misto e teste serão apresentadas em detalhe na Figura 14. As sessões de pré-treino e sessões sem resposta foram contabilizadas, mas não estão indicadas no gráfico. As etapas do experimento para este sujeito foram: (I) Treino AB-BA; (II) Treino AC-CA; (III) Treino Misto; (IV) Testes e treinos adicionais. Tanto no Treino 1 quanto no Treino 2, as sessões até o primeiro ponto em branco são com dois estímulos de comparação. No Treino Misto, as setas indicam a alteração na quantidade de tentativas com possibilidade de reforço. Note que a escala dos gráficos varia de acordo com o número de sessões que cada sujeito realizou. * = $p < 0,05$

Em seguida, W13 começou o Treino Misto (Figura 13, seção III; em detalhe na Figura 14) com um terço da sessão com relações AB-BA (Treino 1), e dois terços com as AC-CA (Treino 2). Em três sessões o rato atingiu 90% de acerto e passou para sessões com metade

das tentativas AB-BA e metade AC-CA, também atingindo 90% de acerto em sete sessões. Ele passou por sessões de treino misto com seis tentativas sem reforço e atingiu 90% em dez sessões. Então, passou por sessões com 12 tentativas sem reforço e atingiu o critério em 11 sessões.

Figura 14 – Desempenho do sujeito W13 no Treino Misto, Testes e Treinos de Identidade. Note que a escala deste gráfico tem início na 99ª sessão do experimento, que é a primeira do Treino Misto. Os pontos correspondem às sessões de treino. O Treino Misto está representado da sessão 99 à 129; as flechas indicam a última sessão antes de uma mudança de procedimento dentro do Treino Misto: a primeira flecha mostra quando ocorreu a mudança para quantidades iguais de relações ABBA e ACCA, a segunda flecha mostra quando seis tentativas passaram a não ter possibilidade de reforço, e a terceira, quando a quantidade de tentativas sem reforço passou para 12. O quadrado, losango e os triângulos representam as sessões de teste. As sessões 131, 132 e 133 foram as sessões de teste de transitividade, como aplicado nos demais sujeitos. A sessão 136 foi um teste de transitividade com os estímulos B1 e C1. A sessão 137 foi um teste de identidade generalizada com os estímulos A2, B2 e C2. As sessões 138, 141 e 142 foram testes de transitividade com os estímulos B2 e C2. A sessão 145 foi um teste de transitividade com os estímulos B3 e C3. As sessões de pré-treino e sessões sem resposta foram contabilizadas, mas não estão indicadas no gráfico. * = $p < 0,05$

Nas primeiras sessões de teste de transitividade (Figura 13, seção IV; em detalhe na Figura 14), W13 apresentou um ID de 25% na sessão com sondas CB, 58% na com sondas BC e 50% na com sondas BC e CB. Nas três sessões há indícios de controle por estímulos específicos (Tabela 13), como o alto número de respostas no estímulo B2 na sessão 1 e no estímulo C1 na sessão 2, e a ausência de respostas no estímulo B1 na sessão 3. Por outro lado, na sessão 2, das quatro respostas no estímulo C3, três foram quando B3 era o modelo, o que é consistente com transitividade para esta relação. Também na sessão 2, o resultado pode ser

considerado acima do acaso ($p < 0,05$) de acordo com o teste binomial. Na sessão 3, o rato acertou cinco das seis tentativas BC-CB, mas deixou de responder diante do estímulo B1 e respondeu em excesso diante do estímulo B2. O desempenho nas tentativas de linha de base foi de 77% na primeira sessão, 85% na segunda (não respondeu em três tentativas), e 77% na terceira.

Tabela 13 – Respostas do sujeito W13 nas tentativas de sonda do Teste 1. O Teste 1 corresponde às três primeiras sessões de teste de transitividade (sessões 130, 131 e 132). As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado quatro vezes nas duas primeiras sessões, e duas vezes na terceira (e.g. nas quatro tentativas com C1 como modelo na Sessão 1, escolheu B2 em todas). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade.

Teste 1															
Sessão 1				Sessão 2				Sessão 3				Total teste 1			
	B1	B2	B3		C1	C2	C3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
C1	0	4	0	B1	3	0	1	B1	2	0	0	B1	5	0	1
C2	1	2	1	B2	3	1	0	B2	0	1	1	B2	3	2	1
C3	0	3	1	B3	1	0	3	B3	0	0	2	B3	1	0	5
Total	1	9	2	Total	7	1	4	Total	2	1	3	Total	9	2	7
									B1	B2	B3		B1	B2	B3
								C1	0	1	1	C1	0	5	1
								C2	0	1	1	C2	1	3	2
								C3	0	2	0	C3	0	5	1
								Total	0	4	2	Total	1	13	4

Logo após o Teste 1, W13 passou por três sessões de treino de identidade com os estímulos A1, B1 e C1, e apresentou ID de 92% já na segunda sessão. Para avaliar o efeito da aprendizagem de relações de identidade com todos os estímulos envolvidos no teste, foi aplicado mais um teste de transitividade, mas apenas com os estímulos B1 e C1 (Tabela 14, Teste adicional 1). O ID deste teste foi 75%, acima do acaso ($p < 0,05$) segundo o teste binomial, sendo um indício de que o sujeito estava respondendo de acordo com as relações de transitividade. Além disso, também foi aplicado um teste de identidade generalizada (Tabela 14, Teste adicional 2) para os estímulos A2, B2 e C2, e um teste de transitividade com os estímulos B2 e C2 (Tabela 14, Teste adicional 3), mas o desempenho demonstrado não foi consistente com estas relações. Assim, o rato passou por mais um treino de identidade, com os estímulos A2, B2 e C2, no qual já apresentou desempenho alto na primeira sessão (ID = 75%) e atingiu 97% na segunda.

Tabela 14 – Respostas do sujeito W13 nas tentativas de sonda das três primeiras sessões dos testes adicionais. Estas sessões correspondem às três sessões de teste realizadas após o primeiro treino de identidade, sendo uma de teste de transitividade B1C1-C1B1, uma de identidade A2-B2-C2 e uma de teste de transitividade B2C2-C2B2. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado seis vezes nas primeira e terceira sessões, e três vezes na segunda (e.g. nas seis tentativas com B1 como modelo na Sessão 1, escolheu C1 quatro vezes, C2 uma vez e C3 uma vez). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade e identidade.

Teste adicional 1				Teste adicional 2*				Teste adicional 3			
	C1	C2	C3		A1	A2	A3		C1	C2	C3
B1	4	1	1	A2	2	1	0	B2	3	1	2
	B1	B2	B3		B1	B2	B3		B1	B2	B3
C1	5	1	0	B2	2	0	1	C2	5	1	0
Total	9	2	1		C1	C2	C3	Total	8	2	2
					C2	1	2				
				Total	5	3	1				

*Teste de identidade.

Então, o sujeito realizou mais duas sessões de teste de transitividade B2C2-C2B2 (Tabela 15, Testes adicionais 4 e 5), nas quais acertou 58% (acima do acaso com $p < 0,05$) e 17%. Por fim, W13 passou por mais duas sessões de treino de identidade com os estímulos A3, B3 e C3, com ID de 86% na primeira sessão e 94% na segunda, e um teste de transitividade B3C3-C3B3 (Tabela 15, Teste adicional 6) em que obteve 42% de acerto.

Tabela 15 – Respostas do sujeito W13 nas tentativas de sonda nas três últimas sessões dos testes adicionais. Estas sessões correspondem às duas sessões de teste B2C2-C2B2 realizadas após o segundo treino de identidade, e à sessão de teste de transitividade B3C3-C3B3 realizada após o último treino de identidade. As siglas representam os estímulos apresentados em cada tentativa, com os modelos na vertical e comparações na horizontal. Os números mostram qual comparação o sujeito escolheu diante de cada modelo. Para este sujeito, cada modelo foi apresentado seis vezes em cada sessão (e.g. nas seis tentativas com B2 como modelo na Sessão 5, escolheu C1 três vezes, C2 duas vezes e C3 uma vez). Os números destacados indicam as escolhas consistentes com as relações de transitividade. As sessões 4 e 5 ocorreram após o treino de identidade A2B2C2. A sessão 6 ocorreu após o treino de identidade A3B3C3.

Teste adicional 4				Teste adicional 5				Teste adicional 6			
	C1	C2	C3		C1	C2	C3		C1	C2	C3
B2	1	4	1	B2	3	2	1	B3	2	2	2
	B1	B2	B3		B1	B2	B3		B1	B2	B3
C2	3	3	0	C2	6	0	0	C3	1	2	3
Total	4	7	1	Total	9	2	1	Total	3	4	5

O próximo sujeito (W16) não atingiu o critério de aprendizagem no treino de relações arbitrárias, portanto, W13 foi o último a passar por todas as fases do experimento. Com este sujeito foi possível observar algumas informações diferentes dos anteriores com relação ao treino de identidade. Como foi exposto anteriormente, independente do resultado no teste de transitividade, todos os sujeitos até aqui pareceram apresentar uma maior facilidade em aprender as relações de identidade. O objetivo desse procedimento de treino de identidade era avaliar se a aprendizagem dessas relações facilitaria a emergência de transitividade. Porém, diante do resultado obtido, surgiu a hipótese de que o treino em relações arbitrárias poderia estar facilitando a aprendizagem das relações de identidade. O resultado desta etapa de treino não pareceu se tratar de emergência de reflexividade, uma vez que todos os sujeitos iniciaram o treino de identidade no nível do acaso (considerando acaso como aproximadamente 33%, por se tratar de três opções de escolha). No entanto, após este treino, essa aprendizagem se estenderia para novas relações de identidade? O resultado da sessão 137 (Figura 14, triângulo preenchido) indica que não foi esse o caso para este sujeito. Outra questão, que se relaciona diretamente com o objetivo deste trabalho, se refere aos estímulos apresentados no treino de identidade. Até o momento, todas as etapas de treino de identidade foram feitas utilizando os elementos do conjunto A (*i.e.*, A1-A1, A2-A2 e A3-A3). Porém, considerando que o teste de transitividade envolve os elementos dos conjuntos B e C, o treino A-A estaria apenas indiretamente relacionado com o desempenho exigido nos testes. Alterar os estímulos do treino de identidade teve o objetivo de avaliar se a aquisição de relações de identidade com os estímulos do teste favoreceria a emergência de transitividade. O resultado positivo no teste B1C1-C1B1 após o treino das relações A1A1, B1B1 e C1C1 indica essa possibilidade, porém, também permite outras interpretações. Uma hipótese alternativa para esse resultado é de que poderia ser uma forma de generalização, uma vez que o sujeito foi treinado diretamente a escolher os estímulos 1 de cada conjunto, de modo que esse histórico favoreceu a escolha de B1 em detrimento de B2 e B3, e C1 em detrimento de C2 e C3. A sessão aplicada em seguida foi uma tentativa de medir a extensão da generalização, caso ela tenha realmente ocorrido. O resultado da sessão 138 (Figura 14) mostra que, mesmo se o resultado da sessão anterior fosse uma instância de generalização, esse processo não ocorreu com os estímulos 2 de cada conjunto. Os dados do treino de identidade A2-B2-C2 e testes de transitividade subsequentes mostram o mesmo padrão do anterior: aprendizagem rápida das relações de identidade, desempenho alto o suficiente para ser interpretado como transitividade emergente no primeiro

teste, e queda brusca no segundo. Já no último teste, após o treino de identidade A3-B3-C3, o desempenho não chegou a ser alto como nos anteriores, ficando mais próximo do nível do acaso e não apresentando indícios de emergência para estas relações.

5.3.4. W16

O rato W16 iniciou o Treino 1 (Figura 15, seção I) com as relações AC-CA. Levou 19 sessões para passar para a etapa com três comparações e atingiu o critério do Treino 1 em mais 14 sessões. O procedimento de correção foi aplicado na primeira sessão do Treino 1, e de forma parcial nas sessões 9 (após apresentar queda no desempenho por repetidas sessões) e 16 (após uma sessão com redução no total de tentativas para 18). Realizou a primeira sessão do Treino 2 (Figura 15, seção II) com um estímulo de comparação e finalizou a etapa com dois estímulos após 15 sessões. No início da etapa com três comparações, foi observado uma queda acentuada no desempenho, que não melhorou mesmo com duas sessões com procedimento de correção (sessões 59 e 60). Por isso, a partir da sessão 61, foi aplicado um longo treino adaptado em que foram testadas várias estratégias para favorecer a recuperação do desempenho.

Figura 15 – Desempenho do sujeito W16 ao longo do experimento. Os círculos pretos correspondem às sessões de treino arbitrário; as sessões indicadas por traço representam treino de discriminação simples. As sessões de pré-treino e sessões sem resposta foram contabilizadas, mas não estão indicadas no gráfico. Tanto no Treino 1 quanto no Treino 2, as sessões até o primeiro ponto em branco são com dois estímulos de comparação. Note que a escala dos gráficos varia de acordo com o número de sessões que cada sujeito realizou.

Até a 76ª sessão, as sessões voltaram a ser aplicadas com apenas dois estímulos de comparação. Como esse procedimento não foi suficiente para produzir melhoras consistentes, e como o rato que ficava na mesma gaiola também estava apresentando dificuldades de responder conforme apresentado anteriormente, a partir da sessão 69, W16 passou a ficar em uma gaiola individual. Na sessão 70 foi aplicado um procedimento de correção parcial, mas nas três sessões seguintes o sujeito respondeu em, no máximo, seis tentativas. Após observação do comportamento do rato no momento da alimentação, foi detectada uma dificuldade em morder a ração no topo da gaiola, provavelmente já existente quando ele estava na gaiola compartilhada, o que levou à hipótese de que sua dificuldade para se alimentar ocasionou um excesso de ração disponível para o W15, desequilibrando o regime de privação de ambos. Então, até o fim do experimento, a quantidade diária de ração de W16 passou a ser colocada em um recipiente dentro da gaiola. As sessões 74 e 75 tiveram procedimento de correção parcial, o sujeito respondeu em todas as tentativas e houve um ligeiro aumento no total de acertos, mas, na sessão 76 (sem correção), ele voltou a cair. Nas sessões 77 e 78 houve o retorno à etapa com um estímulo de comparação em metade de cada sessão, com a outra

metade com dois estímulos. O desempenho subiu para 75%, porém, continuou oscilando em torno dos 50% até a sessão 90. Nesta sessão, o sujeito completou 30 sessões nesse regime de treino adaptado. Como, além da estagnação do desempenho, o rato vinha apresentando uma crescente agressividade durante as sessões, a coleta foi interrompida por aproximadamente 20 dias. Durante esse período, a partir dos resultados obtidos com W16 e observações de outras respostas (*e.g.* não farejar os estímulos de comparação antes de responder) rato durante as sessões até então, foram levantadas algumas hipóteses:

1) Controle por posição: as respostas podiam estar sob controle de uma posição específica, impedindo o aumento na quantidade de acertos, uma vez que a posição do estímulo correto variou ao longo da sessão. A análise da distribuição das respostas nas sessões de treino adaptado com duas opções de escolha (estímulo à direita e estímulo à esquerda) não confirmou esta hipótese, uma vez que o total de respostas para cada posição oscilou no decorrer das sessões (Figura 16).

Figura 16 - Distribuição das respostas por posição nas sessões de treino adaptado com dois estímulos de comparação, durante o Treino 2.

2) Olfato prejudicado: outra possibilidade seria a existência de algum problema de saúde que impossibilitasse a observação dos estímulos olfativos. Neste caso, não apenas a aprendizagem de relações entre cheiros seria dificultada, mas também qualquer outra aprendizagem que dependesse da discriminação entre estes estímulos. Para testar esta hipótese, foi aplicado um breve treino de discriminação simples com dois estímulos novos, lavanda e gengibre, conforme descrito adiante.

3) Ausência de repertório necessário para aprendizagem de relações condicionais: uma terceira possível explicação para a dificuldade de W16 ao aprender as relações condicionais em questão seria a falta de um repertório pré-requisito para este tipo de aprendizagem, como o de discriminação simples. As sessões de discriminação simples também tiveram como objetivo avaliar essa possibilidade. Ao fim do treino de discriminação simples, foi aplicada uma sessão de treino de discriminação condicional no mesmo formato que estava sendo aplicado anteriormente (*i.e.*, 36 tentativas com dois estímulos de comparação). O objetivo desta sessão foi avaliar o efeito do treino de discriminação simples sobre o desempenho no treino condicional antes de considerar a necessidade de outras intervenções.

As sessões de discriminação simples foram compostas de 40 tentativas em que ambos os estímulos foram apresentados simultaneamente, e apenas o copo do estímulo lavanda (S^d) continha açúcar. A caixa experimental foi a mesma utilizada durante todo o experimento, com a porta divisória inserida de forma que o rato não tivesse acesso à posição reservada para o modelo nas sessões de discriminação condicional. Os estímulos foram apresentados nas posições laterais, deixando o espaço do centro vazio, com a sequência de apresentação semialeatorizada entre as posições, com o critério de não ter mais que duas tentativas iguais seguidas. Na primeira sessão (Sessão 91), o rato apresentou um ID de 60%, e, na seguinte, um ID de 98%. O desempenho de W16 nestas sessões demonstra que houve discriminação e, portanto, seu olfato não estava prejudicado, ao menos não a ponto de não conseguir observar os estímulos. Na sessão de discriminação condicional com dois estímulos de comparação que foi realizada em seguida, o rato teve um desempenho semelhante ao que vinha demonstrando no fim do treino adaptado (ID = 56%). Em vista disso, uma quarta hipótese foi levantada.

4) Reforço no modelo prejudicando a aprendizagem: a utilização de reforço primário à resposta de observação ao modelo podia estar sendo suficiente para manter o rato respondendo, mas tornando irrelevante o reforço diferencial à escolha dos estímulos de comparação. Dessa forma, o sujeito estaria respondendo nos estímulos de comparação apenas sob controle do término da tentativa e acesso garantido à pelota no modelo da próxima. A última intervenção do experimento, então, foi a retirada do reforço à resposta de observação ao modelo e retorno à etapa com um estímulo de comparação.

Após a sessão com apenas o modelo e um estímulo de comparação, W16 retornou ao treino com dois estímulos, continuando sem o reforço no modelo. Houve uma melhora no desempenho a ponto de mudar para a etapa com três comparações após cinco sessões. No

entanto, essa tendência não se manteve nesta etapa. Como todos os outros ratos haviam terminado o experimento e o tempo reservado para o período de coleta já havia esgotado, o experimento foi encerrado com este sujeito sem ser possível avaliar a emergência de transitividade.

6. Síntese dos resultados

Considerando os resultados de ambos os experimentos, foi possível observar que todos os ratos passaram por três sessões de habituação e aprenderam a cavar na areia em até três sessões de modelagem. No Treino 1, chegaram à etapa com dois estímulos de comparação em, no máximo, três sessões. Os dados de duração do experimento para cada sujeito e média geral estão apresentados na Tabela 16. Embora o foco da análise seja o desempenho individual dos ratos ao longo do experimento, como exposto anteriormente, a média geral da duração da coleta é uma informação importante sobre o desenvolvimento do experimento, que pode ser relevante para futuras replicações e adaptações do método. A média do total de sessões mostra que, mesmo com as variações individuais, o método aplicado exige uma grande disponibilidade de tempo para que sejam obtidos os dados relevantes para a avaliação das relações emergentes. Além disso, a discrepância entre a média do total de tentativas planejadas (*i.e.* disponíveis para os ratos) e a média do total de tentativas efetivamente respondidas reitera que a inatividade durante várias sessões foi um problema enfrentado durante a coleta, que, inclusive, pode ter influenciado na grande quantidade de sessões. As estratégias utilizadas para lidar com essa questão variaram de sujeito para sujeito, visto que as adaptações feitas dependiam do desempenho que cada um vinha apresentando.

Tabela 16 – Dados totais de duração do experimento para cada sujeito. A coluna de horas em coleta apresenta resultado aproximado, uma vez que o dado de duração em cada sessão foi obtido manualmente e pode conter imprecisões.

Sujeito	Sessões	Horas em coleta (≅)	Tentativas planejadas	Tentativas respondidas	Tentativas respondidas (%)
M1	84	60	2712	2544	93,81
M2	131	98	4414	4271	96,76
W13	144	118	4873	4742	97,31
W14	129	109	4374	3891	88,96
W15	114	81	3909	3502	89,59
W16	112	79	4004	3813	95,23
Média	119	91	4048	3794	93,73

A Tabela 17 apresenta um resumo geral dos resultados obtidos, em especial quanto aos resultados dos testes de transitividades e as condições de treino que os antecederam.

Tabela 17 - Resumo dos resultados obtidos para cada sujeito.

Sujeito	Possível transitividade?	Condições de treino	Condições de teste	Hipóteses Alternativas
M1	Não	Atingiu critério em todas as etapas de treino.	Antes do treino de identidade: negativo em 2 sessões BC-CB. Depois do treino de identidade: negativo em 2 sessões BC-CB.	-
M2	Sim	Apenas depois do treino de identidade.	Antes do treino de identidade: negativo em 2 sessões BC-CB. Depois do treino de identidade: positivo na primeira sessão BC-CB , negativo na segunda	Controle pelo estímulo C3 na primeira sessão, se repetiu na segunda.
W13	Sim	Antes e depois do treino de identidade.	Antes do treino de identidade: negativo na sessão BC, positivo na sessão CB , negativo na sessão BC-CB. Depois do treino de identidade A1B1C1: positivo na sessão B1C1-C1B1 , negativo na sessão B2C2-C2B2. Depois do treino de identidade A2B2C2: positivo na primeira sessão B2C2-C2B2 , negativo na repetição. Depois do treino de identidade A3B3C3: negativo na sessão B3C3-C3B3.	Controle pelo estímulo C1 na segunda sessão do Teste 1, mas não se manteve na sessão seguinte. Controle tanto pelo B2 quanto pelo B1 diante de C2 no Teste Adicional 4; não se manteve na sessão seguinte.
W14	Sim	Apenas depois do treino de identidade.	Antes do treino de identidade: negativo nas sessões, BC, CB e BC-CB. Depois do treino de identidade: negativo na sessão BC, positivo na CB , negativo na BC-CB.	Controle ligeiramente maior pelo C2 na sessão 2 do Tese 2, não se manteve na sessão seguinte.

W15	Sim	Apenas antes do treino de identidade.	Antes do treino de identidade: negativo na sessão BC, negativo na sessão CB, positivo na sessão BC-CB , negativo na repetição da BC-CB. Depois do treino de identidade: negativo nas sessões, BC, CB e BC-CB.	Controle ligeiramente maior por C1 e B2 na sessão 3 do Teste 1; não apareceu nas sessões anteriores, se repetiu para B2 na sessão seguinte.
W16	Não	Não atingiu critério para as relações AB-BA.	Não passou por testes.	-

7. Discussão Geral

Os resultados obtidos para os seis sujeitos que passaram pelos experimentos aqui apresentados mostram que o procedimento de MTS manual permitiu o ensino de relações arbitrárias entre estímulos olfativos. Nem todos os ratos conseguiram aprender todas as relações pré-requisito para o teste de transitividade, como foi mostrado pelo sujeito W16, mas todos concluíram a primeira etapa de treino, atingindo o critério de aprendizagem para, pelo menos, seis relações arbitrárias.

Para os cinco ratos que passaram por todas as etapas previstas para o experimento, quatro apresentaram desempenho acima do acaso, em pelo menos uma sessão de teste. Os resultados dessas sessões indicam que há a possibilidade de emergência de relações de transitividade, ainda que de forma parcial. Esse desempenho não foi consistente, nem dentro da história de cada sujeito, nem em comparação entre eles. Essa inconsistência mostra que, apesar dessas condições poderem contribuir para emergência, nenhuma delas isoladamente pode ser considerada necessária ou suficiente. Nas sessões de teste em que o desempenho dos sujeitos foi acima do acaso, alguns desses resultados podem ser interpretados de outras formas. Conforme apresentado na Tabela 17, os dados de M2 indicam que, mesmo na sessão em que o total de acerto foi estatisticamente significativo, pode ter havido um viés de escolha por um estímulo específico. Para os demais sujeitos esse controle por estímulos específicos não ficou evidente. Mesmo com as adaptações no Experimento 2 para obter mais amostras de resposta em tentativas de teste e favorecer uma avaliação mais precisa, a quantidade de sondas por relação testada ainda foi relativamente pequena. O sujeito W15, por exemplo, apresentou resultado acima do acaso apenas em uma sessão com todas as seis relações testadas; nessa sessão, ele respondeu ligeiramente mais (uma resposta de diferença) em C1 e em B2. Essa concentração de respostas nesses estímulos não havia aparecido nas sessões anteriores, e se manteve apenas para o estímulo B2 na sessão seguinte. Já para os estímulos C como comparação, na sessão seguinte as respostas se concentraram muito mais em C2. Se esse controle por estímulos específicos for restrito a uma condição em que ambos os conjuntos aparecem na sessão, o total de tentativas por relação em que isso poderia ter acontecido (duas por sessão) não permite afirmar nem eliminar essa possibilidade.

Além disso, outro fator que pode ter interferido no resultado do teste foi a ausência de reforço nas tentativas de sonda. Para os ratos M2 e W13, por exemplo, é possível observar um alto desempenho nas primeiras sessões de teste após treino, seguido por uma queda abrupta.

Essa queda pode ser um indício de discriminação entre as condições de treino e teste, mesmo com as sondas sendo apresentadas intercaladas com tentativas de treino.

Para uma melhor compreensão do efeito do treino de identidade sobre o desempenho dos sujeitos, um retorno à literatura se faz necessário. Em especial, para a discussão que Urcuioli (2008) propõe sobre a função da posição dos estímulos na forma como eles controlam as respostas dos sujeitos. Embora a proposta do autor esteja restrita a pombos, que foram os sujeitos utilizados por ele e seus colaboradores, é possível esboçar uma comparação com o procedimento aplicado com ratos. A Figura 17 apresenta uma interpretação do procedimento aplicado à luz dessa teoria.

Figura 17 – Esquema resumido do procedimento aplicado partindo da teoria de Urcuioli (2008). As setas de linha sólida indicam as relações treinadas e as tracejadas, as possíveis relações emergentes. Fonte: Elaborado pela autora.

Para facilitar a visualização, apenas alguns dos estímulos utilizados estão representados na figura. Aplicando a notação proposta pelo autor, tem-se os estímulos Alec1 (Alecrim como modelo), Alec2 (Alecrim como comparação) representando o conjunto A, os estímulos Camo1 (Camomila como modelo) e Camo2 (Camomila como comparação) representando o conjunto B, e Crav1 (Cravo como modelo) e Crav2 representando o conjunto C (Cravo como comparação). Essa forma de nomear os estímulos veio de procedimentos de MTS sucessivo

onde apenas um estímulo de comparação era apresentado, logo, não houve necessidade de indicar a posição em relação a outros estímulos de comparação. Para que a lógica da teoria de Urcuioli fosse adequadamente aplicada para esta pesquisa, essa dimensão dos estímulos comparação deveria ser incluída (*e.g.* Alec1 $\rightarrow$ Camo2direita + Horte2centro + Cane2esquerda). No entanto, para favorecer a comparação com os procedimentos aplicados pelo autor, a posição do estímulo de comparação não foi considerada nesse exemplo. Sendo assim, na estrutura de treino aplicada, seria impossível a emergência das relações BC e CB, uma vez que não existe um elo em comum entre as relações arbitrárias treinadas que permitisse a formação dessas relações (quadro superior da Figura 17). A partir do treino de identidade AA (quadro central da Figura 17), passa a ser possível a emergência das relações “reflexivas” BB (Camo1-Camo2) e CC (Crav1-Crav2), bem como as relações “transitivas” BC (Camo1-Crav2) e CB (Crav1-Camo2), como pode ser visto no quadro inferior da mesma figura. No caso, o treino AA seria apenas outro treino de relação arbitrária, uma vez que seria impossível um treino de identidade propriamente dito se o mesmo cheiro em posições diferentes for considerado estímulos diferentes. Vale destacar que o mesmo não ocorreria caso o treino de relações arbitrárias não tivesse incluído as relações inversas (AB e BA, AC e CA). Apesar de ser possível falar que o procedimento aplicado foi um “treino de simetria”, a rigor, as relações BA e CA são relações arbitrárias separadas treinadas simultaneamente às AB e AC. Nesse sentido, a estrutura do treino possui características tanto de OTM (*one-to-many*) quanto de MTO (*many-to-one*). Sem esse treino, os estímulos B e C não teriam aparecido na posição de modelo. Isso significa que, sendo apresentados apenas como comparações, eles adquiririam a função de estímulo discriminativo, mas não de estímulo condicional. Nesse sentido, esses cheiros poderiam ser considerados estímulos “novos” quando apresentados como modelo no teste BC-CB.

Os resultados obtidos mostram que, em geral, o treino de identidade não foi necessário nem suficiente para a obtenção de controle pelas relações de transitividade, mas pode ter facilitado que isso ocorresse de forma parcial para alguns sujeitos. Não foi necessário, pois dois sujeitos (W13 e W15) apresentaram resultados acima do acaso em sessões antes do treino de identidade. Também não foi suficiente, uma vez que nem todos os sujeitos que passaram pelo treino AA tiveram esse desempenho nos testes finais (apenas M2 e W14). O único sujeito que teve resultado acima do acaso tanto antes quanto depois do treino de identidade foi o W13. Para este sujeito, em vez do treino da relação pré-requisito para a emergência das restantes, também foram treinadas as relações “reflexivas” (equivalente às relações Camo1-Camo2 e

Crav1-Crav2 no quadro inferior da Figura 17), sobrando para o teste apenas as transitivas. Para os que demonstraram resultados acima do acaso já na primeira etapa de teste, o treino das relações inversas pode ter reduzido o controle pela posição (no caso, sequência de apresentação) por apresentar o mesmo cheiro como modelo e como comparação. De qualquer forma, o argumento de que a posição pode exercer um controle importante nos experimentos com sujeitos não-humanos continua sendo válido e as manipulações feitas no presente estudo, como o treino simultâneo de relações inversas e o posterior treino de identidade, podem ter contribuído para reduzir esse controle. No entanto, não é possível concluir qual dessas manipulações seria a mais adequada para facilitar que as respostas dos animais estejam sob controle de relações de transitividade sem investigações adicionais.

Embora o objetivo de inserir um treino de identidade tenha sido observar o efeito dele na emergência de transitividade, o resultado de todos os sujeitos aponta para a hipótese de que pode ocorrer o contrário, ou seja, um histórico de treino de relações arbitrárias talvez facilite a aquisição de relações de identidade. Não é possível afirmar que isso ocorreu no presente experimento, uma vez que não há dados referentes ao repertório de identidade destes sujeitos antes do treino de relações arbitrárias, mas a literatura sobre treino de identidade em ratos indica que sujeitos ingênuos tendem a levar uma quantidade maior de sessões para aprender estas relações. Por exemplo, no experimento de Peña et al. (2006), os sujeitos levaram, em média, 18,7 sessões para atingir um ID de 75% em um treino de MTS de identidade com dois estímulos de comparação e reforço contínuo; para chegar aos 90%, foi necessário mais 10 sessões, em média, embora a taxa de reforço tenha sido reduzida a 75% em cada sessão. Nos experimentos de April et al. (2011) e Alves e Gonçalves (2018), para atingir um critério de 90% de acerto por duas sessões consecutivas, também em um treino de MTS de identidade, os ratos levaram, em média 16 e 24 sessões, respectivamente. No experimento de Lazarowski et al. (2019), para atingir o mesmo critério de 90% por duas sessões, os ratos que receberam treino com dois exemplares de estímulos levaram, em média, 42,2 sessões, e os que foram treinados com 10 exemplares, 35,2 sessões. No presente experimento, a média de sessões no treino de identidade para três sessões seguidas com ID igual a ou acima de 90% foi 7,3 sessões (excluindo os dados de M1 e M2, que terminaram esta etapa com outro critério, como apresentado anteriormente). Obviamente, essa comparação de resultados é limitada, por se tratar de condições de treino diferentes, aplicados com objetivos diferentes e com equipamentos, também, levemente diferentes (*e.g.* o uso de dois ou três estímulos de comparação). Porém, esse contraste permite levantar o questionamento sobre se a

aprendizagem de relações arbitrárias pode ter um efeito facilitador sobre a aprendizagem de relações de identidade e a relação disso com a possibilidade de que, a medida em que os sujeitos sejam treinados em fazer relações, novas relações pareçam ser aprendidas mais facilmente. Pérez-González, Spradlin, e Saunder (2000) mostram que, com crianças, a aprendizagem prévia de discriminações condicionais podem facilitar a aquisição de novas relações. No entanto, mais investigações seriam necessárias para compreender esse efeito em condições de discriminação condicional em animais não-humanos.

Outra hipótese para essa aparente discrepância na quantidade de sessões com relação a outros estudos (mantendo as mesmas ressalvas apontadas acima sobre essa comparação) é possibilidade de que isso tenha ocorrido devido a um treino prévio no mesmo equipamento. Nos estudos sobre as relações de identidade, os ratos aprendem a responder em um ambiente novo já como parte da aquisição das relações de identidade. Nos presentes experimentos, os sujeitos chegaram no treino de identidade já familiarizados com o procedimento geral de MTS, incluindo como o equipamento funciona, o que pode ter ajudado a reduzir o número de sessões para atingir o critério.

Outro aspecto relevante dos resultados obtidos foi a grande quantidade de sessões que os sujeitos levaram para atingir os critérios de aprendizagem nas etapas de treino de relações arbitrárias. Um experimento tão longo, além de difícil de ser executado, também coloca um desafio no controle de variáveis. Idealmente, as condições dos organismos deveriam permanecer constantes ao longo de todo o procedimento para obter-se medidas precisas do efeito das manipulações experimentais sobre suas respostas. No entanto, como foi observado, com o passar do tempo, ocorreram mudanças no comportamento alimentar dos ratos, o que exigiu alterações no regime de privação para conciliar o bem estar dos animais com a coleta dos dados necessários para a pesquisa. Um dos fatores que podem ter contribuído para essa dificuldade em obter um desempenho alto o suficiente no treino foi o treino de muitas relações arbitrárias simultaneamente. Na primeira etapa de treino, por exemplo, cada sujeito foi exposto a seis estímulos e seis relações arbitrárias diferentes, em uma mesma sessão, desde o início. Apesar do cuidado tomado na introdução da quantidade de estímulos em uma tentativa, essa quantidade de relações arbitrárias em uma mesma sessão, e em uma mesma etapa de treino, pode ter dificultado a aprendizagem a longo prazo. Nesse sentido, seria desejável a aplicação de procedimentos que favorecessem a aprendizagem dessas relações em menos tempo, como treinar cada relação separadamente no início e, depois, apresentar todas em um treino misto com introdução gradual, de modo semelhante ao treino misto do sujeito W15.

Outra alternativa seria planejar mais etapas de teste intercaladas por etapas de treino. Por exemplo, treinar as relações A1-B1 e A1-C1, e testar as relações B1-C1 e C1-B1; então, em caso de resultado negativo, treinar as relações inversas e testar novamente; mantendo-se o resultado negativo no teste, treinar as relações A2-B2 e A2-C2, e testar tanto B1-C1 e C1-B1 quanto B2-C2 e C2-B2; e assim sucessivamente. Um procedimento desse tipo pode fornecer informações importantes sobre o efeito de treinos prévios sobre a emergência de relações novas.

Na mesma linha de investigação das condições que favorecem ou não a emergência de relações entre estímulos olfativos em ratos, outra sugestão é alterar a estrutura de treino para série linear e comparar com os resultados obtidos com a estrutura utilizada no presente experimento. Há ainda a possibilidade de avaliar se a utilização de um MTS sucessivo poderia favorecer uma aprendizagem mais rápida e melhores resultados nos testes, uma vez que a literatura indica que essa mudança pareceu ter sido importante para a obtenção de resultados melhores em testes de relações emergentes nos trabalhos com pombos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo mostram que, nas condições experimentais propostas, existe a possibilidade de demonstração parcial de transitividade emergente em ratos. No entanto, esse resultado por si só não permite tratar a emergência de transitividade como um fenômeno geral para estes sujeitos, uma vez que houve uma grande variação na forma como cada rato respondeu aos testes aplicados. Tendo demonstrado essa possibilidade, torna-se necessária uma maior investigação de quais seriam as condições que favorecem a emergência dessa relação.

REFERÊNCIAS

- Alves, M. L., & Gonçalves, F. L. (2018). Comparação entre a formação de relações de identidade e singularidade com estímulos olfativos em ratos. *Acta Comportamentalia*, 26(4), 399–415.
- April, L. B., Bruce, K., & Galizio, M. (2011). Matching- and Nonmatching-to-Sample Concept Learning in Rats using Olfactory Stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 96(2), 139–154. <https://doi.org/10.1901/jeab.2011.96-139>
- Brino, A. L. de F., Galvão, O. de F., Picanço, C. R. F., Barros, R. da S., Souza, C. B. A. de, Goulart, P. R. K., & McIlvane, W. J. (2014). Generalized Identity Matching to Sample after Multiple-Exemplar Training in Capuchin Monkeys. *Psychological Record*, 64(4), 693–702. <https://doi.org/10.1007/s40732-014-0035-x>
- Bunsey, M., & Eichenbaum, H. (1996). Conservation of hippocampal memory function in rats and humans. *Nature*, 379(6562), 255–257. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/379255a0>
- Campos, H. C., Urcuioli, P. J., & Swisher, M. (2014). Concurrent identity training is not necessary for associative symmetry in successive matching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 101(1), 10–25. <https://doi.org/10.1002/jeab.51>
- Catania, C. A. (1999). *Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição* (4th ed.). Porto Alegre: Artmed.
- D'Amato, M. R., Salmon, D. P., Loukas, E., & Tomie, A. (1985). Symetry and transitivity of conditional relations in monkeys (*Cebus apella*) and pigeons (*Columba livia*). *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 44(1), 35–47. <https://doi.org/10.1901/jeab.1985.44-35>
- Damiani, K., Passos, M. de L. R. da F., & Matos, M. A. (2002). Sequência de estímulos durante o fortalecimento da resposta de bicar: efeitos sobre a aquisição de desempenhos em matching e oddity. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 15(3), 465–473. <https://doi.org/10.1590/S0102-79722002000300002>
- Dube, A. W. V., McIlvane, W. J., Callahan, T. D., & Stoddard, L. T. (1993). The search for stimulus equivalence in nonverbal organisms. *The Psychological Record*, 43(4).
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). Introduction. In J. S. Vargas (Ed.), *Schedules of reinforcement*. Acton: Copley Publishing Group.
- Forestell, P. H., & Herman, L. M. (1988). Delayed matching of visual materials by a bottlenosed dolphin aided by auditory symbols. *Animal Learning & Behavior*, 16(2), 137–146. <https://doi.org/10.3758/BF03209056>
- Frank, A. J., & Wasserman, E. A. (2005). Associative symmetry in the pigeon after successive matching-to-sample training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84(2), 147–165. <https://doi.org/10.1901/jeab.2005.115-04>
- Galvão, O. de F., & Barros, R. da S. (2014). Sobre o desenvolvimento de um modelo animal do comportamento simbólico. In J. C. de Rose, M. S. C. de A. Gil, & D. das G. de Souza (Eds.), *Comportamento Simbólico: bases conceituais e empíricas* (pp. 95–110). São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Giurfa, M., Zhang, S., Jenett, A., Menzel, R., & Srinivasan, M. V. (2001). The concepts of “sameness” and “difference” in an insect. *Nature*, 410(6831), 930–933. <https://doi.org/10.1038/35073582>
- Hayes, S. C., Gifford, E. V., & Wilson, K. G. (1996). Stimulus Classes and Stimulus Relations: Arbitrarily Applicable Relational Responding as an Operant. In T. R. Zentall & P. M. Smeets (Eds.), *Stimulus Class Formation in Humans and Animals* (1st ed., pp. 279–299). Amsterdam: North-Holland.

- Herman, L. M., Hovancik, J. R., Gory, J. D., & Bradshaw, G. L. (1989). Generalization of Visual Matching by a Bottlenosed Dolphin (*Tursiops truncatus*): Evidence for Invariance of Cognitive Performance with Visual and Auditory Materials. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15(2), 124–136. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.15.2.124>
- Horne, P. J., & Lowe, C. F. (1996). On the origins of naming and other symbolic behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65(1), 185–241.
- Iversen, I. H. (1993). Acquisition of matching-to-sample performance in rats using visual stimuli on nose keys. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59(3), 471–482. <https://doi.org/10.1901/jeab.1993.59-471>
- Iversen, I. H. (1997). Matching-to-sample performance in rats: A case of mistaken identity? *Journal of The*, 68(1), 27–45. <https://doi.org/10.1901/jeab.1997.68-27>
- Jackson, W. J., & Pegram, G. V. (1970). Acquisition, transfer, and retention of matching by Rhesus monkeys. *Psychological Reports*, 27, 839–846.
- Kastak, C. R., Schusterman, R. J., & Kastak, D. (2001). Equivalence classification by California sea lions using class-specific reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 76(2), 131–158. <https://doi.org/10.1901/jeab.2001.76-131>
- Kastak, D., & Schusterman, R. J. (1994). Transfer of visual identity matching-to-sample in two California sea lions (*Zalophus californianus*). *Animal Learning & Behavior*, 22(4), 427–435. <https://doi.org/10.3758/BF03209162>
- Katz, J. S., & Wright, A. A. (2006). Same/Different Abstract-Concept Learning by Pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32(1), 80–86. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.32.1.80>
- Keller, F. S., & Schoenfeld, W. N. (1950). *Principles of Psychology* (R. M. Elliot & K. MacCorquodale, Eds.). New York: Appelton-Century-Crofts.
- Lazarowski, L., Goodman, A., Galizio, M., & Bruce, K. (2019). Effects of set size on identity and oddity abstract-concept learning in rats. *Animal Cognition*, 22(5), 733–742. <https://doi.org/10.1007/s10071-019-01270-5>
- Lionello-DeNolf, K. M. (2009). The search for symmetry: 25 years in review. *Learning & Behavior*, 37(2), 188–203. <https://doi.org/10.3758/LB.37.2.188>
- Manabe, K., Kawashima, T., & Staddon, J. E. R. (1995). Differential Vocalization in Budgerigars: Towards an Experimental Analysis of Naming. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63(1), 111–126. <https://doi.org/10.1901/jeab.1995.63-111>
- McIntire, K. D., Cleary, J., & Thompson, T. (1987). Conditional relations by monkeys: Reflexivity, symmetry, and transitivity. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 47(3), 279–285.
- McIlvane, W. J. (1998). Teoria da coerência da topografia de controle de estímulos: uma breve introdução. *Temas Em Psicologia*, 6(3), 185–189.
- Moreira, M. B., Todorov, J. C., & Nalini, L. E. G. (2006). Algumas considerações sobre o responder relacional. *Revista Brasileira de ...*, 8(2), 192–211. Retrieved from http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1517-55452006000200007&script=sci_arttext
- Moreno, A. M., & de Souza, D. das G. (2012). Emparelhamento por identidade em abelhas do gênero melipona (*M. quadrifasciata* e *M. rufiventris*). *Revista Brasileira de Análise Do Comportamento*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.18542/rebac.v8i1.942>
- Murayama, T., Fujii, Y., Katsumata, H., Arai, K., & Soichi, M. (2008). Formation of Symmetry in Beluga. *Cognitive Studies*, 15(3), 358–365.
- Murayama, T., Suzuki, R., Kondo, Y., Koshikawa, M., Katsumata, H., & Arai, K. (2017). Spontaneous establishing of cross-modal stimulus equivalence in a beluga whale. *Scientific Reports*, 7(1), 2–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09925-4>

- Nakagawa, E. (2001). Acquired equivalence of cues in learning a matching-to-sample task by rats. *The Psychological Record*, 51(3), 453–472.
- Oden, D. L., Thompson, R. K. R., & Premack, D. (1988). Spontaneous Transfer of Matching by Infant Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 14(2), 140–145. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.14.2.140>
- Ohta, A., Akiguchi, I., Seriu, N., Ohnishi, K., Yagi, H., Higuchi, K., & Hosokawa, M. (2002). Deterioration in learning and memory of inferential tasks for evaluation of transitivity and symmetry in aged SAMP8 mice. *Hippocampus*, 12(6), 803–810. <https://doi.org/10.1002/hipo.10046>
- Paula, J. B. C. de, & Haydu, V. B. (2010). Revisão bibliográfica de pesquisas brasileiras sobre equivalência de estímulos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 26(2), 281–293. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722010000200010>
- Peña, T., Pitts, R. C., & Galizio, M. (2006). Identity Matching-To-Sample with Olfactory Stimuli in Rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 85(2), 203–221. <https://doi.org/10.1901/jeab.2006.111-04>
- Pérez-González, L. A., Spradlin, J. E., & Saunders, K. J. (2000). Learning-set outcome in second-order conditional discriminations. *Psychological Record*, 50(3), 429–442. <https://doi.org/10.1007/BF03395364>
- Prichard, A., Panoz-Brown, D., Bruce, K., & Galizio, M. (2015). Emergent identity but not symmetry following successive olfactory discrimination training in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 104(2), 133–145. <https://doi.org/10.1002/jeab.169>
- Roitberg, E., & Franz, H. (2004). Oddity learning by African dwarf goats (*Capra hircus*). *Animal Cognition*, 7(1), 61–67. <https://doi.org/10.1007/s10071-003-0190-y>
- Russell, F., & Burke, D. (2016). Conditional same/different concept learning in the short-beaked echidna (*Tachyglossus aculeatus*). *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 105(1), 133–154. <https://doi.org/10.1002/jeab.185>
- Saunders, K. J., & Williams, D. C. (1998). Do Parakeets Exhibit Derived Stimulus Control? Some Thoughts on Experimental Control Procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 70(3), 321–324. <https://doi.org/10.1901/jeab.1998.70-321>
- Saunders, R. R., & Green, G. (1999). A discrimination analysis of training-structure effects on stimulus equivalence outcomes. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72(1), 117–137.
- Scholtyssek, C., Kelber, A., Hanke, F. D., & Dehnhardt, G. (2013). A harbor seal can transfer the same/different concept to new stimulus dimensions. *Animal Cognition*, 16(6), 915–925. <https://doi.org/10.1007/s10071-013-0624-0>
- Schusterman, R. J., & Kastak, D. (1993). A California Sea Lion (*Zalophus californianus*) is capable of forming equivalence relations. *The Psychological Record*, 43(1), 823–839. Retrieved from <http://people.uncw.edu/galizio/website/Articles/Schusterman1993.pdf>
- Sério, T. M., Andery, M. A., Gioia, P. S., & Micheletto, N. (2010). *Controle de estímulos e comportamento operante* (3ª Edição). São Paulo: EDUC.
- Sidman, M., Kirk, B., & Willson-Morris, M. (2006). Six-member stimulus classes generated by conditional-discrimination procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43(1), 21–42. <https://doi.org/10.1901/jeab.1985.43-21>
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: an expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(1), 5–22. <https://doi.org/10.1901/jeab.1982.37-5>
- Sidman, Murray. (1971). Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech & Hearing Research*, Vol. 14, pp. 5–13. <https://doi.org/10.1044/jshr.1401.05>
- Sidman, Murray. (1976). *Táticas da pesquisa científica*. São Paulo: Editora Brasiliense.
- Sidman, Murray. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Boston:

- Authors Cooperative.
- Sidman, Murray. (2000). Equivalence Relations and the Reinforcement Contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74(1), 127–146. <https://doi.org/10.1901/jeab.2000.74-127>
- Sidman, Murray. (2009). Equivalence Relations and Behavior: An Introductory Tutorial. *The Analysis of Verbal Behavior*, 25(1), 5–17. <https://doi.org/10.1007/bf03393066>
- Sidman, Murray, & Cresson, O. (1973). Reading and crossmodal transfer of stimulus equivalences in severe retardation. *American Journal of Mental Deficiency*, Vol. 77, pp. 515–523. US: American Assn on Mental Retardation.
- Sidman, Murray, Cresson, O., & Willson-Morris, M. (1974). Acquisition of Matching To Sample Via Mediated Transfer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(2), 261–273. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.22-261>
- Sidman, Murray, Rauzin, R., Lazar, R., Cunningham, S., Tailby, W., & Carrigan, P. (1982). A search for symmetry in the conditional discriminations of rhesus monkeys, baboons, and children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(1), 23–44. <https://doi.org/10.1901/jeab.1982.37-23>
- Skinner, B. F. (1938). The discrimination of a stimulus. In *The Behavior of Organisms: an experimental analysis* (7th ed., pp. 167–231). Acton: Copley Publishing Group.
- Smirnova, A. A., Lazareva, O. F., & Zorina, Z. A. (2000). Use of number by crows: investigation by matching and oddity learning. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73(2), 163–176. <https://doi.org/10.1901/jeab.2000.73-163>
- Souza, C. B. A. de, Borges, R. P., Goulart, P. R. K., Barros, & Galvão, O. de F. (2009). Testes de Identidade Generalizada com Objetos em Macaco-Prego (*Cebus apella*). *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 25(2), 169–177.
- Sweeney, M. M., & Urcuioli, P. J. (2010). Reflexivity in Pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 94(3), 267–282. <https://doi.org/10.1901/jeab.2010.94-267>
- Terrace, H. S. (1966). Stimulus control. In W. K. Honig (Ed.), *Operant Behavior: Areas of research and application* (pp. 271–). New Jersey: Prentice-Hall.
- Tomanari, G. Y., Pine, A. D. S., & Silva, M. T. A. (2003). Ratos wistar sob regime de restrição hídrica e alimentar. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, V(8), 57–71.
- Truppa, V., Garofoli, D., Castorina, G., Mortari, E. P., Natale, F., & Visalberghi, E. (2010). Identity concept learning in matching-to-sample tasks by tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Animal Cognition*, 13(6), 835–848. <https://doi.org/10.1007/s10071-010-0332-y>
- Truppa, V., Mortari, E., Garofoli, D., Privitera, S., & Visalberghi, E. (2011). Same/different concept learning by capuchin monkeys in matching-to-sample tasks. *PLoS ONE*, 6(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023809>
- Urcuioli, P. J. (1977). Transfer of oddity-from-sample performance in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 25(1), 195–202. <https://doi.org/10.1901/jeab.1977.27-195>
- Urcuioli, P. J. (2008). Associative symmetry, antisymmetry, and a theory of pigeons' equivalence-class formation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 90(3), 257–282. <https://doi.org/10.1901/jeab.2008.90-257>
- Urcuioli, P. J. (2011). Emergent identity matching after successive matching training, I: reflexivity or generalized identity? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 96(3), 329–341. <https://doi.org/10.1901/jeab.2011.96-329>
- Urcuioli, P. J. (2015). A successful search for symmetry (and other derived relations) in the conditional discriminations of pigeons. *Conductual*, 3(1), 4–25.
- Urcuioli, P. J., & Nevin, J. A. (1975). Transfer of Hue Matching in Pigeons. *Journal of the*

- Experimental Analysis of Behavior*, 24(2), 149–155.
- Urcuioli, P. J., & Swisher, M. (2012). A replication and extension of the antisymmetry effect in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 98(3), 283–293. <https://doi.org/10.1901/jeab.2012.98-283>
- Urcuioli, P. J., & Swisher, M. J. (2015). Transitive and anti-transitive emergent relations in pigeons: Support for a theory of stimulus-class formation. *Behavioural Processes*, 112(1), 49–60. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.07.006>
- Velasco, S. M., Huziwara, E. M., Machado, A., & Tomanari, G. Y. (2010). Associative Symmetry By Pigeons After Few-Exemplar Training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 94(3), 283–295. <https://doi.org/10.1901/jeab.2010.94-283>
- Wright, A. A., & Delius, J. D. (1994). Scratch and match: Pigeons learn matching and oddity with gravel stimuli. *Journal of Experimental Psychology. Animal Behavior Processes*, 20(1), 108–112. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.20.1.108>
- Zentall, T., & Hogan, D. (1974). Abstract Concept Learning in the Pigeon. *Journal of Experimental Psychology*, 102(3), 393–398.
- Zentall, T. R. (1996). An Analysis of Stimulus Class Formation in Animals. In T. R. Zentall & P. M. Smeets (Eds.), *Stimulus Class Formation in Humans and Animals* (1st ed., pp. 15–34). Amsterdam: North Holland.
- Zentall, T. R., Galizio, M., & Critchfield, T. S. (2002). Categorization, concept learning, and behavior analysis: An introduction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 78(3), 237–248. <https://doi.org/10.1901/jeab.2002.78-237>
- Zentall, T. R., & Urcuioli, P. J. (1993). Emergent relations in the formation of stimulus classes by pigeons. *Psychological Record*, 43(4), 795–810. <https://doi.org/10.1007/BF03395913>

ANEXOS

ANEXO A – Certificados de aprovação das CEUAS.

INSTITUTO DE PSICOLOGIA
www.ip.usp.br

Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade de São Paulo

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "RELAÇÕES ARBITRÁRIAS E EMERGÊNCIA DE TRANSITIVIDADE EM RATOS UTILIZANDO ESTÍMULOS OLFATIVOS", protocolada sob o CEUA nº 2291131117, sob a responsabilidade de **Miriam Garcia Mijares e equipe; Mirela Louise Alves; Fábio Leyser Gonçalves** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (CEUA/IPUSP) na reunião de 16/11/2017.

We certify that the proposal "ARBITRARY RELATIONS AND EMERGENCY OF TRANSITIVITY IN RATS USING OLFACTORY STIMULI", utilizing 16 Heterogenics rats (16 males), protocol number CEUA 2291131117, under the responsibility of **Miriam Garcia Mijares and team; Mirela Louise Alves; Fábio Leyser Gonçalves** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Psychology Institute - São Paulo University (CEUA/IPUSP) in the meeting of 11/16/2017.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Acadêmica\)](#)

Vigência da Proposta: de [02/2018](#) a [06/2020](#)

Área: [Psicologia Experimental](#)

Origem: [Biotério do Instituto de Ciências Biomédicas da USP](#)

Espécie: [Ratos heterogênicos](#)

sexo: [Machos](#)

idade: [45 a 60 dias](#)

N: [16](#)

Linhagem: [Wistar](#)

Peso: [300 a 400 g](#)

Resumo: A partir de um procedimento de matching arbitrário é possível demonstrar a formação de classes de equivalência de estímulos. Para um desempenho ser considerado sob controle de relações de equivalência, é preciso demonstrar que as relações formadas entre os estímulos tenham as propriedades reflexividade, simetria, transitividade e transitividade simétrica. Alguns estudos apresentam evidências da emergência de transitividade em animais, embora também apontem algumas limitações. Entre as estratégias utilizadas para facilitar a aprendizagem e a emergência de relações arbitrárias está a utilização de métodos mais compatíveis com as características da espécie estudada. Esta pesquisa tem como objetivo investigar a formação de relações arbitrárias e emergência de transitividade em ratos através de um procedimento de matching-to-sample utilizando estímulos olfativos. Para isso, no experimento 1, 8 ratos passarão por um procedimento de matching-to-sample, com treino de relações arbitrárias baseadas em estímulos olfativos. O equipamento utilizado é uma caixa de madeira projetada para a apresentação de copos com areia aromatizada (1 amostra e 3 comparações). A resposta operante será cavar nos copos, o que produzirá a consequência de 1 pelota de alimento nas respostas de observação (amostra) e nas comparações corretas, e nenhuma pelota nas respostas às comparações erradas. As relações treinadas serão AB, BA, AC e CA (relação arbitrária e simetria), e as testadas serão A-A, B-B, C-C (reflexividade) e BC e CB (transitividade e simetria da transitividade). Os sujeitos que não atingirem um Índice Discriminativo de pelo menos 0,83 nos testes passarão por um treino de identidade A-A e, novamente, pelo teste BC e CB. Com isso, o Experimento 1 permitirá avaliar a aprendizagem de relações arbitrárias, a emergência de reflexividade, transitividade e simetria da transitividade, e se o treino das relações de simetria e identidade têm efeito sobre a emergência das relações transitivas. Caso haja demonstração de transitividade no Experimento 1, será realizado o Experimento 2, com mais 8 ratos, em condições experimentais semelhantes ao Experimento 1, porém contando apenas com o treino das duas relações arbitrárias AB e AC e teste BC e CB. O resultado do Experimento 2 permitirá observar se há ou não emergência de relações de equivalência sem os treinos de simetria e identidade.

Local do experimento: Laboratório de Psicofarmacologia do Instituto de Psicologia (IPUSP) e Laboratório de Análise do Comportamento e Aprendizagem (FC-Unesp)

São Paulo, 17 de novembro de 2017

INSTITUTO DE PSICOLOGIA
www.ip.usp.br

Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Christina Joselevitch
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Miriam Garcia Mijares
Vice-Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Bauru

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins, que o Projeto de Pesquisa intitulado **"Relações arbitrárias e emergência de transitividade em ratos utilizando estímulos olfativos"** (Processo nº 1325/2017 Vol. 1), sob responsabilidade da Prof. Dr. Fábio Leyser Gonçalves, foi aprovado "ad referendum" pela **Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Ciências** da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus de Bauru.

Bauru, 08 de dezembro de 2017.

Profª Adj Sandra Lúcia do Amaral Cardoso
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Ciências de Bauru - UNESP

APÊNDICES

APÊNDICE A – Exemplo de tentativas apresentadas em uma sessão. A configuração de cada sessão foi planejada inserindo todas as tentativas da sessão, levando em conta que cada modelo deveria ser apresentado em quantidade suficiente para que os estímulos de comparação aparecem igualmente em todas as posições ao longo da sessão. A Tabela 18 (próxima página) é um exemplo utilizado com um dos sujeitos que mostra a base dessa configuração. Então, uma vez garantido que todas as tentativas da sessão estavam inclusas, a sequência foi aleatorizada automaticamente utilizando o Microsoft Excel (2013) e selecionadas as que se adequassem aos critérios apresentados nas seções Método. Foram geradas de duas a quatro sequências diferentes para cada etapa do experimento, para evitar repetições constantes da mesma sucessão de tentativas. Então, a configuração resultante foi impressa e utilizada como folha de registro.

Tabela 18 – Configuração das tentativas para o treino das relações AB-BA para a etapa com três comparações do sujeito W13. Cada linha representa uma tentativa. A mesma configuração foi utilizada para o treino AC-CA e para o restante dos sujeitos, mudando apenas as combinações dos estímulos.

Modelo	Esquerda	Centro	Direita	Relação
A1-erva-doce	B1-maracujá	B2-camomila	B3-limão	A1B1
A1-erva-doce	B1-maracujá	B3-limão	B2-camomila	A1B1
A1-erva-doce	B2-camomila	B1-maracujá	B3-limão	A1B1
A1-erva-doce	B3-limão	B1-maracujá	B2-camomila	A1B1
A1-erva-doce	B2-camomila	B3-limão	B1-maracujá	A1B1
A1-erva-doce	B3-limão	B2-camomila	B1-maracujá	A1B1
A2-hortelã	B2-camomila	B1-maracujá	B3-limão	A2B2
A2-hortelã	B2-camomila	B3-limão	B1-maracujá	A2B2
A2-hortelã	B1-maracujá	B2-camomila	B3-limão	A2B2
A2-hortelã	B3-limão	B2-camomila	B1-maracujá	A2B2
A2-hortelã	B1-maracujá	B3-limão	B2-camomila	A2B2
A2-hortelã	B3-limão	B1-maracujá	B2-camomila	A2B2
A3-alecrim	B3-limão	B1-maracujá	B2-camomila	A3B3
A3-alecrim	B3-limão	B2-camomila	B1-maracujá	A3B3
A3-alecrim	B1-maracujá	B3-limão	B2-camomila	A3B3
A3-alecrim	B2-camomila	B3-limão	B1-maracujá	A3B3
A3-alecrim	B1-maracujá	B2-camomila	B3-limão	A3B3
A3-alecrim	B2-camomila	B1-maracujá	B3-limão	A3B3
B1-maracujá	A1-erva-doce	A2-hortelã	A3-alecrim	B1A1
B1-maracujá	A1-erva-doce	A3-alecrim	A2-hortelã	B1A1
B1-maracujá	A2-hortelã	A1-erva-doce	A3-alecrim	B1A1
B1-maracujá	A3-alecrim	A1-erva-doce	A2-hortelã	B1A1
B1-maracujá	A2-hortelã	A3-alecrim	A1-erva-doce	B1A1
B1-maracujá	A3-alecrim	A2-hortelã	A1-erva-doce	B1A1
B2-camomila	A2-hortelã	A1-erva-doce	A3-alecrim	B2A2
B2-camomila	A2-hortelã	A3-alecrim	A1-erva-doce	B2A2
B2-camomila	A1-erva-doce	A2-hortelã	A3-alecrim	B2A2
B2-camomila	A3-alecrim	A2-hortelã	A1-erva-doce	B2A2
B2-camomila	A1-erva-doce	A3-alecrim	A2-hortelã	B2A2
B2-camomila	A3-alecrim	A1-erva-doce	A2-hortelã	B2A2
B3-limão	A3-alecrim	A1-erva-doce	A2-hortelã	B3A3
B3-limão	A3-alecrim	A2-hortelã	A1-erva-doce	B3A3
B3-limão	A2-hortelã	A3-alecrim	A1-erva-doce	B3A3
B3-limão	A1-erva-doce	A3-alecrim	A2-hortelã	B3A3
B3-limão	A2-hortelã	A1-erva-doce	A3-alecrim	B3A3
B3-limão	A1-erva-doce	A2-hortelã	A3-alecrim	B3A3