UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

TREINO DISCRIMINATIVO COM APARELHOS AUTOMÁTICOS EM ABELHAS (*Melipona quadrifasciata*)

ANTONIO MAURICIO MORENO

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Psicologia.

Área de concentração: Psicologia Experimental

Orientador: Gerson Yukio Tomanari

SÃO PAULO
2007

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

TREINO DISCRIMINATIVO COM APARELHOS AUTOMÁTICOS EM ABELHAS
(*Melipona quadrifasciata*)

ANTONIO MAURICIO MORENO

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia,
Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do
grau de Mestre em Psicologia.

Orientador: Gerson Yukio Tomanari

COMISSÃO JULGADORA

_____
(NOME E ASSINATURA)

_____
(NOME E ASSINATURA)

_____
(NOME E ASSINATURA)

Dissertação defendida e aprovada em: ___/___/___

O presente trabalho foi integralmente financiado pela FAPESP.

Aos meus pais...

Agradeço a:

Gerson e a Deisy, responsáveis pela minha formação, por todo o apoio. Principalmente, manifesto minha admiração pelo modo entusiasmado e rigoroso com que conduzem suas pesquisas.

Dora, por me “emprestar” seus conhecimentos sobre as abelhas.

Paula, por todas as sugestões (principalmente sobre o trabalho com estímulos compostos).

Luis Marcelino, um dos responsáveis pelo início dos nossos estudos com abelhas em São Carlos.

Olavo, pelas sugestões.

Meus colegas Edson, Zé Marcelo, Saulo, Cândido, Robson, que pacientemente ouvem minhas histórias sobre abelhas...

Julia, pelo apoio e pelas críticas mais contundentes.

Lia, por toda a ajuda e “torcida”.

SUMÁRIO

RESUMO vi

INTRODUÇÃO GERAL 01

EXPERIMENTO I- DISCRIMINAÇÕES SIMPLES E REVERSÕES DE DISCRIMINAÇÃO 26

MÉTODO 27

RESULTADOS 45

DISCUSSÃO 54

EXPERIMENTO II- DISCRIMINAÇÕES CONDICIONAIS (LUZES COMO ESTÍMULOS) 59

MÉTODO 60

RESULTADOS 64

DISCUSSÃO 69

EXPERIMENTO III- DISCRIMINAÇÕES CONDICIONAIS (LUZES E DISCOS EM E.V.A. COMO ESTÍMULOS) 73

MÉTODO 75

RESULTADOS 80

DISCUSSÃO 88

EXPERIMENTO IV- DISCRIMINAÇÕES SIMPLES ENTRE ESTÍMULOS COMPOSTOS E TESTE DE GENERALIZAÇÃO 92

MÉTODO 95

RESULTADOS 101

DISCUSSÃO 108

CONCLUSÃO 112

REFERÊNCIAS 118

RESUMO

Moreno, A. M. (2007). Treino discriminativo com aparelhos automáticos em abelhas (*Melipona quadrifasciata*). Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Psicologia – USP, 122p.

Estudos sobre o forrageamento em abelhas relatam discriminações simples entre estímulos visuais, como figuras coloridas, figuras apresentadas como padrões em preto e branco, discriminações simples entre odores, discriminações simples entre luzes e também reversões de discriminação. Alguns desempenhos mais complexos são relatados, como discriminações condicionais e emparelhamento de identidade generalizado. Esses resultados apontam as abelhas como um promissor modelo animal para o estudo da formação de relações entre estímulos arbitrários e emergência de novas relações. No estudo de Pessotti (1969, 1981) foi apresentado o estabelecimento de discriminações condicionais em abelhas da espécie *Melipona rufiventris* com o emprego de aparelhos automáticos que permitiam um controle experimental bastante refinado, possibilitando, por exemplo, a definição de uma resposta operante de pressão-à-barra. Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005) estabeleceram discriminações condicionais em melíponas e obtiveram resultados positivos em um teste de simetria. O objetivo da presente pesquisa foi replicar os resultados de Moreno e col. (2005) utilizando equipamentos automáticos adaptados dos equipamentos desenvolvidos por Pessotti (1969, 1981). Foram conduzidos quatro experimentos. No Experimento I, são apresentados os resultados de treino em discriminação simples com 10 sujeitos. Os estímulos utilizados e a posição de apresentação desses estímulos variaram entre os sujeitos e os resultados, em geral positivos, variaram consideravelmente conforme esses parâmetros. No Experimento II, duas abelhas receberam treino de discriminação condicional entre estímulos luminosos disponíveis nos aparelhos automáticos, não tendo sido obtidos resultados positivos com nenhum dos sujeitos. No Experimento III, duas outras abelhas receberam treino de discriminação condicional. Para uma das abelhas, foram utilizados os mesmos estímulos luminosos utilizados no Experimento II, porém apresentados em outras posições. Para a outra abelha, os estímulos foram apresentados nas mesmas posições do Experimento II, mas foram utilizados estímulos formados por discos emborrachados (E.V.A.). Apenas com essa segunda abelha foi obtido algum indício de aprendizagem. Por esses resultados negativos, não foram aplicados testes de simetria. No Experimento IV, são apresentados os resultados de um treino de discriminação simples entre estímulos compostos e teste de generalização do controle por componentes apresentados isoladamente. Esse experimento objetivou verificar a efetividade do controle de estímulos apresentados como componentes de estímulos compostos - uma condição para a definição de um procedimento de treino para estabelecimento de relações condicionais a partir de estímulos compostos. A linha de base foi estabelecida rapidamente e os resultados do teste indicam controle discriminativo pelos componentes. Em geral, esta pesquisa apresentou avanços experimentais importantes, como o desenvolvimento de equipamentos que permitem o controle automático de todo o procedimento. Por outro lado, os resultados obtidos indicam que as condições experimentais atuais são insuficientes para o estabelecimento de discriminações condicionais.

Palavras-chave: Treino discriminativo, aparelhos automáticos, *Melipona quadrifasciata.*

Em abelhas melíferas, o forrageamento eficiente depende da coleta da maior quantidade de pólen e néctar (com a melhor qualidade) no menor tempo possível. É esperado, então, que a evolução desse comportamento tenha resultado na capacidade de identificação rápida das flores mais vantajosas (que mais provavelmente oferecem néctar em maior quantidade e qualidade). Identificar as flores mais vantajosas implica discriminar características como cor, aroma e forma de diversas espécies de flores, produtoras de néctar ou não, coexistentes em um campo de forrageamento.

Esses desempenhos discriminativos podem ser estabelecidos também em situação de laboratório. Por exemplo, utilizando-se dois aparelhos experimentais – um coberto com um disco azul, outro coberto com um disco amarelo – pode-se ensinar uma abelha a escolher o aparelho coberto com o estímulo arbitrariamente definido como correto (por exemplo, o disco azul). Em uma tentativa desse procedimento hipotético, o pouso sobre o aparelho coberto com o disco azul (definido, então, como S+) é seguido de acesso a uma solução açucarada acondicionada nesse aparelho; o pouso sobre o aparelho coberto com o disco amarelo (estímulo definido como incorreto, ou S-) é seguido de extinção (é bloqueado o acesso à solução açucarada). À medida que segue o treino, as respostas ao aparelho com o estímulo azul se tornam mais prováveis, enquanto as respostas ao aparelho com o estímulo amarelo se tornam menos prováveis. Pode-se descrever o desempenho ensinado como uma *discriminação simples* entre azul e amarelo. A discriminação simples foi descrita do seguinte modo por Cumming e Berryman (1965):

> "Em discriminações simples, sucessivas ou simultâneas, os estímulos discriminativos têm uma relação invariável com o reforço e com a extinção, a

apresentação do S^D é uma ocasião para o reforçamento, enquanto a apresentação do S^Δ é ocasião para algum outro comportamento[1]".

A descrição precisa da cor de um estímulo empregado em um treino discriminativo depende da determinação das dimensões perceptuais de matiz, saturação e brilho. *Matiz* é o aspecto que varia mais fortemente quando varia a propriedade física comprimento de onda. Embora seja comum tomar como sinônimos os termos *cor* e *matiz*, o termo *cor* deve ser entendido em um sentido mais amplo (abrangendo as propriedades matiz, saturação e brilho). *Brilho* é o atributo perceptivo mais claramente associado à propriedade física *luminância*. Com o termo *luminância* se expressa a quantidade de luz que emerge de uma superfície, como um pedaço de papel, em uma determinada direção (Cornsweet, 1970). O aspecto *saturação* se refere à "pureza" da luz incidente; é o aspecto que mais fortemente varia quando luz branca é adicionada a um feixe monocromático. Além disso, esses aspectos dependem das propriedades da superfície empregada como fundo para os estímulos. Então, o desempenho em uma tarefa discriminativa pode ser afetado pela variação de algum desses parâmetros. Por exemplo, pode-se variar a luminância de um dos estímulos até o ponto em que a proporção de luz que irradia desse estímulo seja absorvida pelos fotoreceptores em proporção semelhante à proporção de absorção da luz irradiada pelo outro estímulo, diminuindo a probabilidade de discriminação.

Para a descrição dos estímulos empregados em um treino discriminativo em abelhas, deve-se ter em conta as diferenças em relação ao sistema visual humano. Assim, deve-se especificar se a descrição dos estímulos se refere ao modo como estes são percebidos pelo sistema visual dos sujeitos ou se se refere ao modo como são percebidos

[1] Na presente pesquisa, adotou-se a notação "S+" e "S-", em vez de "S^D" e "S^Δ", respectivamente.

pelo experimentador. Nos experimentos descritos no presente estudo, os estímulos (por exemplo, “azul” e “amarelo”) são descritos conforme são percebidos pela visão humana normal.

Além das relações simples entre um estímulo e uma contingência de reforçamento e entre um ou mais estímulos e uma contingência de extinção, podem ser ensinadas relações entre estímulos, como no treino de *discriminações condicionais*.

Para o estabelecimento de discriminações condicionais, tipicamente é utilizado o procedimento conhecimento como *emparelhamento ao modelo* (Cumming e Berryman, 1965). Nesse procedimento, geralmente, a tentativa inicia com a apresentação de um estímulo chamado *modelo* ou *estímulo condicional*. Após uma resposta a esse estímulo, são apresentados dois ou mais estímulos, chamados de *estímulos de comparação* ou *estímulos de escolha*. Uma resposta ao estímulo definido como correto (S+) é seguida da apresentação de um estímulo reforçador, enquanto uma resposta a um estímulo definido como incorreto (S-) é seguida de extinção. A função de cada estímulo de comparação (S+ ou S-) não é fixa, mas depende do estímulo modelo apresentado no início da tentativa.

Por exemplo, em uma situação de treino que apresente os estímulos *azul* e *amarelo* como estímulos discriminativos, outro estímulo (*branco* ou *preto*) pode ser apresentado próximo a esses dois estímulos. Em tentativas que apresentem o estímulo condicional *branco*, serão reforçadas respostas ao estímulo *azul*, enquanto respostas ao amarelo serão seguidas de extinção. Em tentativas que apresentem o estímulo condicional *preto*, serão reforçadas respostas ao estímulo *amarelo*, mas não respostas ao estímulo *azul*. Para simplificar essa descrição, podemos chamar os estímulos *branco* e *preto* de A1 e A2, respectivamente, e chamar os estímulos *azul* e *amarelo* de B1 e B2, respectivamente.

Então, podemos dizer que foram ensinadas as relações A1B1 e A2B2, ou simplesmente AB.

Poderíamos, em seguida, ensinar novas relações entre esses e novos estímulos. Por exemplo, poderíamos ensinar a relação entre o estímulo *azul* e o estímulo *listras verticais* e entre o estímulo *amarelo* e o estímulo *listras horizontais*. Ou seja, na presença do modelo *azul*, respostas ao estímulo *listras verticais* seriam reforçadas, mas não respostas ao estímulo *listras horizontais*; na presença do modelo amarelo, seriam reforçadas respostas ao estímulo *listras horizontais*, mas não respostas ao estímulo *listras verticais*. Essas relações ensinadas poderiam então ser chamadas de B1C1 e B2C2, ou simplesmente BC.

O tipo de relação entre estímulos pode ser definido quanto às suas propriedades físicas. Se o sujeito é ensinado a escolher o estímulo de comparação idêntico ao modelo, diz-se que o procedimento é de *emparelhamento de identidade.* Se o sujeito é ensinado a escolher o estímulo de comparação *diferente* do modelo (em vez de escolher o estímulo de comparação idêntico ao modelo), diz-se que o procedimento é de *emparelhamento por singularidade*.

Por outro lado, se o estímulo modelo não se apresenta similar a nenhum dos estímulos de comparação, então a relação ensinada é chamada de *emparelhamento arbitrário*.

À medida que são ensinadas algumas relações entre estímulos, podem ser observadas (testadas em extinção) relações emergentes entre estímulos. Por exemplo, após terem sido estabelecidas as relações A1B1 e A2B2 pode-se apresentar, em algumas tentativas, o estímulo B1 ou o estímulo B2 como modelo, e os estímulos A1 e A2 como estímulos de comparação. Se na presença do modelo B1 o sujeito consistentemente escolhe A1 em vez de A2 e na presença de B2 escolhe consistentemente o estímulo A2 em vez de

A1, então se diz que esse desempenho (emergência das relações B1A1 e B2A2, ou simplesmente BA) atesta relações de *simetria*.

A relação de *transitividade* é demonstrada se após o estabelecimento de relações do tipo AB e BC emergem relações do tipo AC. Após terem sido ensinadas as relações A1B1, A2B2, B1C1 e B2C2, o sujeito escolhe C1 somente se o modelo é A1 e escolhe o estímulo C2 somente se o modelo é A2, ou seja, as relações A1C1 e A2C2 são observadas sem que tenham sido diretamente ensinadas.

A relação de *reflexividade* é atestada se na presença de um determinado modelo o sujeito escolhe o estímulo de comparação idêntico a esse modelo, sem que esse desempenho tenha sido ensinado.

Segundo Sidman e Tailby (1982), após terem sido ensinadas relações condicionais entre três ou mais conjuntos de estímulos, a emergência das relações de reflexividade, simetria e transitividade atestariam a formação de *classes de equivalência*. Assim, por exemplo, os estímulos A1, B1 e C1 seriam interpretados como pertencentes a uma classe de estímulos equivalentes. A outra classe de equivalência seria formada pelos estímulos A2, B2 e C2. Em situações de emparelhamento arbitrário, os estímulos pertencentes a uma classe de equivalência são "permutáveis uns pelos outros" (Catania, 1999). Por essa característica, alguns autores apontam a formação de classes de estímulos equivalentes como o processo básico envolvido no estabelecimento de repertórios mais complexos, como a formação de conceitos ou a linguagem (por exemplo, de Rose, 1993).

Conforme esse modelo teórico proposto por Sidman e Taiby (1982), a formação de classes de equivalência pode ser adotada como critério para definição de *comportamento simbólico.* Assim, o estabelecimento de uma relação entre dois estímulos deve ser interpretado como o estabelecimento de uma relação entre signo e referente

(comportamento simbólico) quando são atingidos esses critérios operacionais – emergência de relações de simetria, reflexividade e transitividade.

Ao mesmo tempo em que essa definição de comportamento simbólico estabelece critérios possivelmente tão rigorosos que parecem ser atingíveis apenas em desempenhos de humanos, essa definição também estabelece a possibilidade de se estudar experimentalmente esse fenômeno em outras espécies. Ao menos, os resultados obtidos com outras espécies podem indicar quais desempenhos são pré-requisitos para o estabelecimento de classes de equivalência e quais são as melhores condições experimentais para o estabelecimento desse repertório.

De fato, a literatura tem apresentado um grande número de estudos que tiveram por objetivo a emergência de relações de simetria ou transitividade no desempenho de infra-humanos. Os resultados obtidos foram em sua maioria negativos (por exemplo, Lipkens, Kop & Matthijs, 1988; Kamil & Sacks, 1972). Contudo, os resultados positivos de alguns estudos sugerem que a dificuldade em se estabelecer classes de equivalência em infra-humanos se deve principalmente a dificuldades de procedimento e não a supostas limitações do sistema nervoso das espécies estudadas (ver, por exemplo, Frank & Wasserman, 2005; Manabe, Kawashima & Staddon, 1995; Schusterman & Kastak, 1993; Tomonaga, 1993).

1.1 Desempenhos discriminativos em abelhas

O primeiro estudo experimental sobre discriminações simples em abelhas foi conduzido por von Frisch, em 1914. Cartões azuis cobertos com gotas de água açucarada eram dispostos entre cartões em cinza, vazios, de tal modo que depois de algumas tentativas as abelhas passavam a visitar apenas os cartões azuis. Em algumas tentativas de teste,

quando todos os cartões eram apresentados vazios, as abelhas continuavam a visitar os cartões azuis.

No estudo de Hertz (1929), abelhas da espécie *Apis mellifera* eram ensinadas a discriminar entre figuras em preto sobre fundo branco e também entre figuras em azul e amarelo. Os melhores resultados de treino com figuras foram obtidos com as figuras "quadrado" e "estrela". Reversões de discriminação em treinos com abelhas também são rapidamente estabelecidas (ver, por exemplo, Pessotti, 1967b).

Nos estudos de Pessotti (1967a) e de Pessotti e Lé' Sénéchal (1981) abelhas de onze diferentes espécies foram treinadas a discriminar entre azul e amarelo. Após 70 visitas, era estabelecida a extinção junto aos dois aparelhos e prosseguiam-se os registros de respostas até que se obtivesse uma pausa mínima de 30 minutos. Após 20 visitas, a porcentagem de acertos, em média, ultrapassava 74%, o que, segundo os autores, indica que o limite de 70 visitas é suficiente para se avaliar a aquisição de discriminação simples. As espécies foram então ordenadas em uma escala, segundo os índices de rendimento na aprendizagem. Conforme os autores, essa escala mostraria alguma coincidência com uma escala de índices de evolução filogenética (Kerr, 1969) de vários gêneros e espécies de Apidae.

Posteriormente, algumas discrepâncias entre essas duas escalas sugeriram a hipótese de que a tarefa de discriminação entre as cores azul e amarelo seria favorável a algumas espécies e desfavorável a outras. Por exemplo, uma determinada espécie mal colocada na escala de Kerr poderia ser nativa de uma região em que houvesse pressão seletiva para a discriminação acurada entre cores diferentes de azul e amarelo ou ser de uma região em que a discriminação de outras propriedades das flores (odor ou forma, por exemplo) fosse consideravelmente mais crítica que a discriminação entre cores. Assim, Pessotti e Carli Gomes (1981) aplicaram as tarefas de discriminação entre cores, entre luzes (aceso versus

apagado) e entre formas a três espécies de abelhas. Foram empregadas 30 abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata anthidioides*, 28 abelhas da espécie *Melipona rufiventris* e 28 abelhas *Apis mellifera adansonii*. Os estímulos utilizados foram cores (azul e amarelo), luzes (lâmpada acesa e lâmpada apagada) e formas ("estrela" e "quadrado"). De fato, foram observadas algumas variações entre os desempenhos conforme o tipo de tarefa, embora os melhores resultados tenham sido obtidos na tarefa de discriminação entre cores (eram utilizadas bandejas de material plástico de cor azul ou amarela). Após 70 tentativas dessa tarefa, a porcentagem de acertos, em média foi de 91,3% para a *Melipona ruvifentris*, 86,7% para a *Melipona quadrifasciata anthidioides* e 70,8% para a *Apis mellifera adansonii*. As operárias da espécie *Apis mellifera adansonii* mostraram melhor desempenho, em relação aos sujeitos das duas outras espécies, nos treinos em que foram utilizadas as formas. A porcentagem de respostas discriminadas foi de 77%. Para as abelhas da espécie *Melipona rufiventris* a porcentagem foi de 76% e para as abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata anthidioides* a porcentagem foi de 75%. Nos treinos em que foram utilizadas lâmpada acesa e lâmpada apagada como estímulos de comparação, o melhor desempenho foi obtido pelo grupo das *Melipona quadrifasciata anthidioides*: 78% de respostas discriminadas. O grupo das *adansonii* obteve 77% de acertos e o grupo das *rufiventris* obteve 75%. Os autores não levantaram hipóteses sobre essas diferenças de resultado entre as três espécies.

Além de estudos com abelhas sobre discriminação entre formas como triângulos, quadrados e círculos, a literatura também apresenta resultados sobre discriminação entre formas ilusórias, como o Triângulo de Kanizsa (Kanizsa, 1955). Essa figura é formada por três discos seccionados (indutores ou *pacman*) e com as secções voltadas para um mesmo ponto (eqüidistante), arranjados de tal modo que a percepção é de um triângulo. Em um

estudo de Boacnin (1995, Experimento IVb), três abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* era inicialmente treinadas a discriminar entre triângulo e círculo. Três triângulos e dois círculos eram dispostos sobre uma mesa. O reforço (solução açucarada) podia ser encontrado no centro de cada triângulo. O treino era encerrado após aproximadamente 10 reforços. Foram feitos dois testes. O primeiro consistiu na apresentação dos seguintes estímulos: Kanizsa, Meio Kanizsa (estímulo controle intermediário) e estímulo de controle. O segundo teste apresentava os mesmos estímulos além de dois círculos. Os resultados do primeiro teste mostraram que as abelhas não discriminaram entre o Kanizsa e Meio Kanizsa: foram registradas 18 visitas a ambos os estímulos. Contudo, foram registradas apenas 3 visitas ao estímulo controle. No segundo teste, que incluía dois círculos, foram registrados 6 pousos no estímulo Kanizsa, 3 pousos no estímulo Meio Kanizsa, 3 pousos no Controle e 2 pousos em um Círculo. A autora concluiu que as abelhas responderam à forma ou alguma outra pista, em vez de responderem apenas aos contornos, uma vez que os estímulos ilusórios (Kanizsa) também apresentavam formas arredondadas (os indutores), assim como um estímulo Círculo.

Outros estudos mostraram grandes variações nos desempenhos discriminativos em função dos estímulos utilizados. No estudo de Moreno (2003, Experimento 1), conduzido com 28 abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata*, foram comparados os desempenhos em treinos com diferentes estímulos visuais. Quatro abelhas foram treinadas a discriminar entre azul e amarelo, quatro abelhas foram treinadas a discriminar entre branco e preto e 20 abelhas foram treinadas a discriminar entre padrões em preto e branco. Os melhores desempenhos foram obtidos com os estímulos azul e amarelo. Todas as quatro abelhas atingiram o critério de 10 respostas corretas consecutivas. O número médio de tentativas necessárias para se atingir o critério foi de 35, variando entre 18 e 51 tentativas. Do mesmo

modo, todas as quatro abelhas treinadas a discriminar entre preto e branco atingiram o critério de aprendizagem. O número médio de tentativas necessárias para se atingir o critério de aprendizagem foi bastante parecido ao obtido com o par azul e amarelo: 35,5 tentativas (variação entre 20 e 52 tentativas). Para os treinos discriminativos entre padrões em preto e branco, apenas 3 abelhas dentre 20 atingiram o critério de aprendizagem.

Giurfa, Zhang, Jenett, Menzel e Srinivasan (2001) estabeleceram discriminações condicionais utilizando abelhas da espécie *Apis mellifera*. Na situação experimental havia um túnel pelo qual a abelha chegava a duas saídas alternativas, uma das quais dava acesso à solução açucarada. A entrada do túnel era sinalizada com um estímulo modelo e cada uma das duas saídas era sinalizada com um estímulo de comparação, ou seja, todas as tarefas foram de emparelhamento com o modelo atrasado. Foram utilizados como estímulos, além das cores azul e amarelo, padrões em preto e branco e odores. Os estímulos visuais eram constituídos por discos de 11 cm, posicionados verticalmente. Para o treino com estímulos olfativos, eram utilizados tiras de papel embebidas com os odores definidos. Entre cada tentativa, era acionado um exaustor para retirar resíduos de odor. Houve procedimentos de emparelhamento por identidade (o sujeito recebia reforço quando seguia pela saída sinalizada com um estímulo igual ao estímulo presente na entrada do túnel) e procedimentos de emparelhamento por singularidade (o sujeito recebia reforço ao ‘escolher’ o estímulo diferente do estímulo modelo). Durante o treino, o estímulo modelo era alterado a cada quatro visitas (tentativas) e os estímulos de comparação eram alterados em todas as visitas. Só eram registradas as tentativas nas quais uma abelha partia da colméia, voava através do labirinto e chegava ao final de uma das saídas (pote com água açucarada ou pote com água). Para as tarefas de discriminação entre estímulos visuais, o treino consistia em 60 tentativas. Para as tarefas de discriminação entre estímulos

odoríferos, o treino consistia em 80 tentativas. Após a fase de treino, cada sujeito era submetido a uma fase de teste em extinção, quando o par de estímulos utilizado no treino era substituído por um novo par de estímulos. Foram organizados 6 grupo de abelhas, com 6 a 8 abelhas por grupo. Os estímulos utilizados durante treino e durante teste de transferência foram: Grupo 1: cores (treino); padrões lineares (teste); Grupo 2: padrões lineares; cores; Grupo 3: padrões circulares; padrões lineares; Grupo 4: odores; cores. Foram organizados dois grupos (Grupo 5 e Grupo 6) para treino e teste na tarefa de emparelhamento por singularidade. Para o Grupo 5, os estímulos de treino e teste foram os mesmos utilizados com o Grupo 1; Para o Grupo 6, os estímulos eram os mesmos utilizados com o Grupo 2. Para as abelhas do Grupo 1 e do Grupo 2, a proporção de respostas discriminadas era superior a 70% ao final do treino. Um resultado similar foi obtido para o teste de transferência. Para as abelhas do Grupo 3, a porcentagem de acertos ao final do treino era de 78%, em média. Durante o teste, a proporção de respostas discriminadas variou em torno de 62%. Para as abelhas do Grupo 4, foram obtidos resultados semelhantes aos resultados obtidos para os Grupos 1 e 2. Para as abelhas dos Grupos 5 e 6, do mesmo modo, foram obtidas proporções de acertos em torno de 70% ao final do treino e no teste de transferência. No estudo de Giurfa e col. (2001), portanto, foi demonstrado o conceito de ‘igualdade’ e ‘diferença’ em abelhas. Esse desempenho é definido como o resultado positivo em um ‘teste de transferência’: após o treino de uma determinada relação (identidade ou singularidade), a mesma relação deve ser verificada utilizando-se um novo par de estímulos. Antes desse estudo, esse tipo de desempenho havia sido demonstrado apenas para vertebrados.

Pessotti (1969, 1981) realizou um estudo em que foram estabelecidas discriminações condicionais em 10 abelhas da espécie *Mellipona rufiventris*. Foram

utilizados dois aparelhos iguais, posicionados lado a lado, e cobertos com discos de material plástico (ambos azuis ou ambos amarelos). Entre os dois aparelhos havia uma peça retangular do mesmo material e da mesma cor. No interior de cada aparelho estava localizada uma lâmpada. Cada uma das caixas possuía uma alavanca e um bebedouro. A resposta operante consistia em pressionar essa alavanca, posicionada próxima a esse bebedouro. Quando uma abelha pressionava a barra, essa resposta era automaticamente registrada por um sistema eletro-mecânico e operava um interruptor, produzindo a apresentação de uma solução de açúcar. A cada tentativa, cada um dos dois aparelhos era apresentado com um disco de uma cor (a cor era a mesma nos dois aparelhos e na peça retangular entre esses aparelhos) e esta cor era definida como estímulo modelo. Os estímulos de comparação eram constituídos por lâmpadas de 6 Watts: um dos aparelhos era apresentado com uma lâmpada acesa, o outro era apresentado com uma lâmpada apagada. Inicialmente Pessotti (1969, 1981) ensinava a cada um dos sujeitos a resposta de pressão à barra. Em seguida, cada sujeito era submetido a um treino de discriminação simples entre lâmpada acesa e lâmpada apagada. Quando era atingido o critério de 6 acertos consecutivos, tinha início o treino de reversão de discriminação. Já no início dessa fase de reversão, um estímulo condicional era posicionado junto aos aparelhos: por balanceamento, para metade das abelhas os discos azuis eram apresentados em todas as tentativas dessa fase em que a lâmpada acesa funcionava como S+ e a lâmpada apagada funcionava como S-. Após 6 acertos consecutivos, tinha início a 2ª. reversão de discriminação (quando a lâmpada apagada voltava a funcionar como S+), com os discos amarelos sendo posicionados sobre os aparelhos em todas essas tentativas, até o início da próxima reversão. Esse processo de reversões sucessivas seguia até que fosse atingido o seguinte critério de aprendizagem: a) 6 acertos consecutivos em uma fase de reversão; b) 4 acertos

consecutivos a partir da primeira tentativa da reversão seguinte. Quando esse critério era atingido, tinha início a fase de treino de discriminação condicional propriamente dita, quando os estímulos condicionais se alternavam em uma seqüência aleatória. O critério de aprendizagem da discriminação condicional, 75% de respostas corretas entre as 30 primeiras respostas dessa fase, foi atingido por todas as 10 abelhas treinadas. O procedimento durava 5 dias (5 sessões), em média, para cada abelha. Embora um estímulo condicional fosse apresentado já no início da primeira reversão de discriminação, os desempenhos estabelecidos nesse treino não poderiam ser interpretados como desempenho em discriminação condicional, pois o mesmo estímulo era mantido em todas as tentativas até que fosse alcançado o critério de aprendizagem, ou seja, tal desempenho poderia ser interpretado apenas como discriminação simples, uma vez que poderia ser estabelecido sem que o responder estivesse sob controle desse estímulo condicional. Portanto, um determinado desempenho poderia ser interpretado como discriminação condicional em um treino no qual os estímulos condicionais se alternassem aleatoriamente, de tal modo que o responder discriminado dependesse, a cada tentativa, de qual era o estímulo condicional apresentado. Contudo, Pessotti (1969, 1981) justificou a apresentação de estímulos condicionais logo após o estabelecimento da primeira discriminação simples argumentando que esse procedimento aceleraria o estabelecimento de controle condicional em um momento posterior do treino – quando os estímulos condicionais se alternassem randomicamente.

Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005), a partir de um procedimento adaptado do procedimento geral de Pessotti (1969, 1981), estabeleceram discriminações condicionais em oito abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* e conduziram um teste de emergência da relação de simetria. O procedimento consistiu em uma adaptação do procedimento de

emparelhamento com o modelo (*matching-to-sample)* em que a presença ou ausência de luz era empregada como estímulo condicional e as cores azul e amarelo como estímulos discriminativos. As cores eram apresentadas por semicírculos de material emborrachado sustentados por duas caixas retangulares de madeira, cada uma posicionada sobre uma caixa experimental a uma distância de 15 cm uma da outra. Cada lâmpada estava localizada sobre uma das caixas. Cada caixa era equipada com um alimentador operado externamente por uma haste. Uma abelha podia voar da colméia para o aparato experimental e obter o xarope condicionalmente ao pouso direto sobre o estímulo de comparação definido como S+ em uma tentativa particular. Depois de instalada a linha de base, foram conduzidas sondas de simetria em extinção, intercaladas com tentativas de linha de base. Nas sondas, os discos coloridos tinham a função de estímulos condicionais (as duas caixas mostravam os discos de uma mesma cor, azul ou amarelo) e a presença e a ausência de luz eram usadas como estímulos discriminativos. As discriminações condicionais foram estabelecidas com todas as abelhas e seis entre as oito abelhas alcançaram o critério de simetria emergente (ao menos cinco tentativas entre seis).

Além de estudos comportamentais, a literatura apresenta estudos fisiológicos sobre visão de cores em abelhas. Menzel, Ventura, Werner, Joaquim e Backhaus (1989) conduziram um estudo em que foi determinada a sensibilidade espectral de fotoreceptores encontrados no sistema visual de abelhas do gênero *Melipona*. Assim como os humanos, as melíponas possuem um sistema tricromático de visão: três tipos de fotoreceptores apresentam, cada um, uma resposta máxima a um determinado comprimento de onda da luz incidente. Nas abelhas, o espectro visível é situado em torno de 300 a 650 nm, enquanto no homem varia de 400 a 700 nm. Desse modo, comprimentos de onda na região do ultra-violeta estimulam os fotoreceptores de abelhas, mas não estimulam os fotoreceptores dos

humanos, enquanto comprimentos de onda na região do vermelho são bastante efetivos para o sistema visual humano, mas não para as abelhas. Para as melíponas, um dos receptores apresenta resposta máxima à radiação com comprimento de onda de 356 nm (ultra-violeta), outro receptor apresenta maior absorção para 424 nm (azul) e outro receptor apresenta maior absorção para comprimento de onda de 532 nm (verde). Em comparação às abelhas do gênero *Apis*, as melíponas discriminam melhor na região do verde-azulado, enquanto as *Apis* discriminam melhor nas regiões do amarelo, violeta e ultra-violeta.

1.2 Controle por posição no treino discriminativo

Kamil e Sacks (1972) treinaram pombos em um procedimento de emparelhamento de identidade no qual o estímulo modelo era sempre apresentado em uma chave central do aparato e os dois estímulos de comparação eram sempre apresentados nas chaves laterais. Uma resposta na chave central apagava a luz projetada nessa chave e, imediatamente, as duas chaves laterais eram iluminadas (emparelhamento com atraso zero). Em tentativas nas quais o modelo (na chave central) projetava vermelho, uma resposta à chave lateral vermelha era seguida de reforço, enquanto uma resposta à chave lateral verde era seguida de extinção. Em tentativas nas quais o modelo era verde, uma resposta à chave lateral verde era seguida de reforço, mas não uma resposta à chave lateral vermelha. Assim, os diferentes arranjos de estímulos para cada tentativa poderiam ser descritos como *vermelho-vermelho-verde*, *verde-vermelho-vermelho*, *vermelho-verde-verde* e *verde-verde-vermelho* tal que, nessa notação, a segunda cor indica sempre o modelo (chave central). Todas as combinações podiam ser apresentadas durante o treino, com exceção da combinação *verde-verde-vermelho*. No decorrer desse treino, foram estabelecidos desempenhos acurados, sugerindo controle condicional pelo estímulo apresentado na chave central, conforme o

procedimento de emparelhamento com o modelo. Todavia, em certo momento do treino a combinação *verde-verde-vermelho* passou a ser apresentada em algumas tentativas. Enquanto o desempenho se manteve acurado em tentativas com as combinações "velhas", para a combinação *verde-verde-vermelho* o desempenho apresentava-se ao nível do acaso. Esses resultados sugerem que o procedimento não estabeleceu discriminações condicionais, mas apenas respostas específicas para cada "configuração". Por exemplo, a combinação *verde-vermelho-vermelho* controlava a seqüência de respostas "primeira resposta ao centro, segunda resposta à direita".

Sidman e Carrigan (1986) relataram resultados semelhantes em um procedimento de emparelhamento com o modelo em macacos. Assim como no estudo de Kamil e Sacks (1972), durante a primeira fase de treino o modelo era sempre apresentado em uma chave central, enquanto os estímulos de comparação eram sempre apresentados nas chaves laterais. A tarefa consistia em emparelhar estímulos idênticos. Algumas tentativas apresentavam as cores vermelho e verde como estímulos. Outras tentativas apresentavam as figuras "barra vertical" e uma "barra horizontal". Em um determinado momento do treino, quando os desempenhos se apresentavam acurados e estáveis, em algumas tentativas o modelo passou a ser apresentado em uma das chaves laterais. Para as tentativas com cores, os desempenhos se mantiveram acurados, mesmo quando o modelo era apresentado em uma posição inédita (uma das chaves laterais). Contudo, o desempenho deteriorava quando o modelo era o estímulo "barra vertical" ou o estímulo "barra horizontal". Ou seja, em relação à tarefa de emparelhar cores o procedimento parece ter estabelecido discriminações condicionais "verdadeiras" mas, em relação à tarefa de emparelhar "barras", o procedimento parece ter estabelecido apenas controles por "configurações", como no estudo de Kamil e Sacks (1972). Posteriormente, Sidman (1992) comentou esse resultado:

> "Se as posições fixas tornam-se características definidoras do modelo e dos comparações, então pode não ser correto chamar o desempenho de um sujeito de emparelhamento de *identidade*. Por exemplo, se o estímulo modelo não é apenas uma linha *vertical* (ou *horizontal*) mas, em vez disso, linha *vertical* (ou *horizontal*) *na chave central*, e os estímulos de comparação são linha *vertical* (ou *horizontal*) *à esquerda* (ou *à direita*), então modelo e comparação que parecem ser idênticos ao experimentador não são idênticos ao sujeito."

Por resultados desse tipo (Sidman, 1992; Sidman & Carrigan, 1986), Sidman sugeriu que os estímulos condicionais e os estímulos de comparação devem ser apresentados em posições variadas, na fase de treino e na fase de teste, e que os resultados do treino de discriminações condicionais devem ser interpretados com cautela.

Barros, Galvão e Fontes (1996) conduziram um estudo sobre discriminações condicionais em um macaco da espécie *Ateles paniscus paniscus*. Foi utilizado um painel com nove chaves de resposta (como uma matriz 3 X 3) em um procedimento de *fading-in* (no início do treino, apenas o estímulo modelo e um estímulo de comparação - o estímulo correto - eram apresentados; em tentativas subseqüentes, o estímulo de comparação incorreto também passava a ser apresentado, e de modo cada vez mais saliente). Após o estabelecimento da linha de base (relações condicionais A1B1, A2B2 e A3B3) era conduzido um teste de simetria (relações emergentes B1A1, B2A2 e B3A3). Os resultados foram bastante positivos para a linha de base. Para as tentativas de teste, no entanto, os acertos eram verificados somente quando o arranjo dos estímulos era semelhante ao arranjo de uma tentativa de linha de base.

No estudo de Pessotti (1981), no qual foram relatados resultados positivos em discriminações condicionais, ou no estudo de Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005),

no qual foram relatados resultados positivos em discriminações condicionais e teste de simetria, o estímulo modelo e os estímulos de comparação eram apresentados em posições "fixas". No estudo de Pessotti, o estímulo modelo consistia em dois discos emborrachados de mesma cor (ambos azuis ou ambos amarelos), cada um posicionado sobre a base de uma das duas caixas experimentais, circundando a área central, na qual era projetado um dos estímulos de comparação (uma lâmpada acesa ou uma lâmpada apagada). Esse arranjo era definido para todas as tentativas. No estudo de Moreno e col. (2005) o estímulo modelo consistia em duas lâmpadas (cada uma posicionada sobre uma das caixas experimentais), ambas acesas ou ambas apagadas. Os estímulos de comparação consistiam em dois discos emborrachados posicionados sobre as caixas experimentais (um azul, outro amarelo). Ou seja, em ambos os estudos o estímulo definido como modelo era apresentado sempre em uma mesma área da situação experimental. Cada estímulo de comparação podia ser apresentado apenas em uma de duas posições ("esquerda" ou "direita"). Desse modo, é possível atribuir controle por configurações a esses desempenhos, em vez de discriminações condicionais ou relações condicionais emergentes.

Essa característica de procedimento foi considerada no desenvolvimento dos aparelhos automáticos utilizados na presente pesquisa: a disponibilidade de três diferentes áreas de projeção em cada caixa experimental visou minimizar o controle por posição dos estímulos.

1.3 Estabelecimento de relações condicionais a partir de estímulos compostos

Em estudos sobre estabelecimento de relações condicionais entre estímulos e emergência de relações não-ensinadas diretamente, são descritos treinos que, em geral, empregam o procedimento de *emparelhamento ao modelo.*

Contudo, a literatura apresenta estudos em que foram estabelecidas relações condicionais usando-se procedimentos alternativos ao emparelhamento ao modelo.

Nos estudos de Stromer e Stromer (1990a, 1990b), sujeitos humanos eram treinados em um procedimento de emparelhamento ao modelo em que o estímulo modelo era sempre um estímulo composto e os estímulos de comparação eram sempre unitários. Depois de terem sido ensinadas as relações do tipo AB-D e AC-E, eram testadas relações emergentes entre todos os possíveis pares de estímulos simples (por exemplo, A-B, D-B, B-C, D-E). Essas relações emergentes foram demonstradas para o desempenho de 14 entre 18 sujeitos.

Zentall e Hogan (1975) relataram o estabelecimento de discriminações condicionais em pombos usando um procedimento que empregava apenas uma chave de respostas. Essa chave era dividida ao meio, de tal modo que cada metade podia ser iluminada independentemente com a cor vermelho, verde, amarelo ou azul. Foram definidos dois grupos de sujeitos, conforme as combinações treinadas: vermelho-vermelho e verde-verde (grupo *Matching*); vermelho-verde e verde-vermelho (grupo *Nonmatching*). Posteriormente, cada pombo recebeu 24 sessões de treino com tentativas apresentando cada uma das quatro combinações. Para os pombos treinados a responder a um estímulo emparelhado (grupo *Matching*), respostas aos estímulos vermelho-vermelho e verde-verde eram reforçadas em um esquema VI 1 minuto, enquanto respostas aos estímulos vermelho-verde e verde-vermelho eram seguidas de extinção. O inverso era definido para os sujeitos do grupo *NonMatching*. Posteriormente, as cores vermelho e verde foram substituídas por azul e amarelo. Para o grupo *Matching*, eram reforçadas as respostas aos estímulos azul-azul e amarelo-amarelo, enquanto para o grupo *NonMatching* eram reforçadas as respostas aos estímulos azul-amarelo e amarelo-azul. Nesse teste de transferência, cada grupo foi dividido em dois: os quatro grupos eram chamados de *Matching-Matching*, *Matching-*

Nonmatching, *Nonmatching-Matching* e *Nonmatching- Nonmatching*. Para dois grupos (*Matching-Matching* e *Nonmatching- Nonmatching*), o mesmo tipo de tarefa era definido para o treino e para o teste; para os outros dois grupos, um novo tipo de tarefa era definido para o teste. Foram aplicadas 12 sessões de teste. Os resultados mostraram que os desempenhos para os grupos *Matching-Matching* e *Nonmatching- Nonmatching* mantiveram-se acurados durante o teste, mas deterioravam para os grupos *Matching-Nonmatching* e *Nonmatching-Matching*. Segundo os autores, esse resultado mostra que os sujeitos do grupo *Matching* haviam aprendido o conceito de *igualdade*, enquanto os sujeitos do grupo *Nonmatching* haviam aprendido o conceito de *singularidade*. A perda da acurácia observada para os dois grupos que receberam tarefas novas durante o teste ocorreria pelo fato de os sujeitos terem de aprender um novo conceito. Um aspecto importante desse estudo é o uso de apenas uma chave, o que contorna o problema do controle por posição.

Debert, Matos e McIlvane (2007) empregaram um procedimento semelhante ao de Zentall e Hogan (1975), estabelecendo relações condicionais arbitrárias em humanos, a partir de treino com estímulos compostos. No estudo de Debert e col., assim como no estudo de Zentall e Hogan, o responder era reforçado em algumas tentativas e colocado em extinção em outras, a depender do estímulo apresentado (procedimento *go/ no-go*). Três conjuntos de estímulos unitários eram definidos de tal modo que, a cada tentativa, podia ser apresentada uma combinação definida como correta (por exemplo, A1B1), quando uma resposta seria reforçada, ou podia ser apresentada uma combinação definida como incorreta (por exemplo, A1B3), quando nenhuma resposta seria reforçada. Assim, as tentativas de treino apresentavam sempre um único estímulo composto do tipo AB (formado por um componente do conjunto A e um componente do conjunto B) ou um único composto do

tipo BC (formado por um componente do conjunto B e um componente do conjunto C). Posteriormente, em tentativas de teste em extinção, eram apresentados compostos do tipo BA, do tipo AC e do tipo CA. Por exemplo, em uma tentativa que apresentasse o composto A1C1, o responder seria coerente com a linha de base, enquanto seria esperada a ausência de respostas em tentativas que apresentassem, por exemplo, o composto A1C2. O desempenho nos testes, para a maioria dos participantes, foi coerente com a linha de base. As relações emergentes nesse procedimento podem ser comparadas às relações emergentes observadas com o procedimento de emparelhamento ao modelo: os resultados no teste com os compostos do tipo BA são semelhantes à relação de simetria, enquanto os resultados nos testes com os compostos AC e CA são semelhantes à relação de transitividade e à relação simétrica à relação transitiva, respectivamente.

O estabelecimento de relações condicionais a partir de estímulo compostos pressupõe que o responder seja controlado por todos os componentes. No estudo de Debert, Matos e McIlvane (2007), por exemplo, o desempenho de um sujeito não se manteria acurado se o responder fosse controlado por componentes específicos (o componente A1 era correlacionado ao reforço quando combinado com o componente B1, mas não quando combinado ao componente B2). Catania (1999) define o conceito de *atenção* como a tendência de responder a algumas propriedades de estímulos, e não a outras. *Atentar* para uma propriedade específica, então, deve significar que o responder diferencial a essa propriedade tem conseqüência reforçadora. Ou seja, o modo como se responde a uma determinada propriedade depende da contingência em vigor para esse responder.

Para um determinado organismo em uma situação experimental, algumas propriedades dos estímulos podem, ao menos inicialmente, exercer maior controle sobre o responder. Reynolds (1961) ensinou dois pombos a discriminar entre triângulo-sobre-

vermelho (S+) e círculo-sobre-verde (S-). Era usada uma caixa experimental com apenas uma chave de resposta. Em tentativas de treino, era projetado um triângulo branco sobre um fundo vermelho ou era projetado um círculo branco sobre fundo verde. Ao final de 18 horas de treino, ambos os pombos emitiam cerca de 50 respostas por minuto ao estímulo triângulo-sobre-vermelho (que sinalizava reforço) e emitiam por volta de 5 respostas por minuto ao estímulo círculo-sobre-verde (o qual sinalizava extinção). Durante tentativas de teste em extinção, cada componente (triângulo, círculo, vermelho ou verde) era apresentado separadamente. Por exemplo, em uma tentativa podia ser apresentado apenas o círculo branco (o restante da área de projeção mantinha-se apagado). Um dos pombos respondeu consistentemente ao componente triângulo (previamente correlacionado ao reforço), mas não ao componente vermelho (também correlacionado ao reforço). O outro pombo, diferentemente, respondeu consistentemente ao vermelho, mas não ao triângulo.

Pode-se levantar a hipótese de que sujeitos que apresentassem desempenhos semelhantes aos descritos por Reynolds (1961) não apresentariam desempenhos acurados em um procedimento semelhante ao de Debert e col., embora também seja possível argumentar que, no estudo de Reynolds, a contingência estabelecida pelo experimento não exigia o atentar às duas propriedades descritas: o responder apenas ao vermelho seria sempre reforçado, bem como o responder apenas ao triângulo.

Entretanto, deve-se notar que, no estudo de Reynolds (1961), o responder diferencial a uma propriedade, e não a outra, foi estabelecido independentemente da contingência definida pelo experimentador: a partir dessa contingência, não era possível prever qual propriedade exerceria maior controle sobre o responder.

1.4 As condições experimentais atuais e os objetivos desta pesquisa

Para o presente estudo, foram desenvolvidos aparelhos automáticos que são adaptações dos aparelhos descritos por Pessotti (1969, 1981), porém esses aparelhos foram planejados de tal modo que o registro da resposta operante, a apresentação do reforço e a apresentação dos estímulos fossem totalmente automáticos. Enquanto o estudo de Pessotti utilizava estímulos luminosos no interior das caixas experimentais e discos emborrachados, além de peças coloridas de plástico, no presente experimento foram utilizados apenas estímulos luminosos.

Em treinos que utilizam aparelhos manuais, podem ocorrer falhas na aplicação da contingência, uma vez que esse controle depende do experimentador: o estímulo reforçador pode ser apresentado com algum atraso, ou pode ser apresentado indevidamente (de forma não-contingente). Do mesmo modo, por falha do experimentador os estímulos discriminativos podem ser apresentados em posições diferentes das posições definidas em protocolo.

Com os aparelhos automáticos desenvolvidos ao longo desta pesquisa, essa limitação experimental foi superada. Além disso, os estímulos podem ser projetados em três diferentes áreas, de tal modo que, por exemplo, as posições do estímulo condicional e dos estímulos de comparação podem ser intercambiadas – como na aplicação de uma sonda de simetria. Essa é uma vantagem importante, tendo em conta que literatura apresenta vários resultados sugerindo que, em algumas condições, a posição dos estímulos pode exercer controle sobre o responder (por exemplo, Kamil & Sacks, 1972; Sidman, 1992).

Outra limitação dos aparelhos manuais diz respeito à definição da resposta operante – “inserção da glossa no bebedouro”. Essa definição é consideravelmente imprecisa, dado que, em algumas tentativas, observa-se que uma abelha se posiciona sobre o bebedouro de

uma caixa experimental e, em seguida, voa até a outra caixa, sem que a resposta emitida permita uma interpretação livre de ambigüidade. Nos aparelhos automáticos, por outro lado, a resposta operante consiste na pressão à barra, a qual é registrada automaticamente.

A presente pesquisa teve por objetivo a replicação do estudo de Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005) utilizando-se equipamentos automáticos semelhantes aos equipamentos criados por Pessotti (1969), com adaptações implementadas ao longo deste estudo e a partir de estudos prévios conduzidos neste laboratório (Mattoso, Passador e Magila, 2000; Moreno e col., 2005; Moreno, Rocca, Bernardino Jr., & de Souza, 2002; Moreno & de Souza, 2003). Foram conduzidos quatro experimentos. Assim como nos equipamentos utilizados por Pessotti, nos equipamentos atuais a resposta operante consistia na pressão de uma barra (alavanca) e o estímulo reforçador era apresentado, conforme definição do procedimento, automaticamente após a resposta operante. Os estímulos utilizados variaram conforme cada experimento.

Na fase inicial desta pesquisa (Experimento I), foi conduzido um estudo sobre discriminações simples e reversões de discriminação com aparelhos automáticos, utilizando-se aparelhos automáticos adaptados dos aparelhos desenvolvidos por Pessotti (1969, 1981).

Em seguida, foi realizado o Experimento II, com o objetivo de estabelecer discriminações condicionais entre os estímulos luminosos disponíveis nos aparelhos automáticos.

No Experimento III, duas abelhas receberam treino de discriminação condicional, sendo que, para uma delas, foram utilizados os estímulos disponíveis nos aparelhos atuais. Com a outra abelha foram utilizados estímulos discriminativos formados por discos emborrachados (E.V.A.).

No Experimento IV, foram aplicados treinos discriminativos entre estímulos compostos a quatro abelhas. Em outra fase do procedimento, foi aplicado um teste de controle discriminativo por componentes desses compostos. Esse experimento teve por objetivo definir as condições mais apropriadas para estabelecimento de discriminações condicionais em abelhas a partir de estímulos compostos.

EXPERIMENTO I- DISCRIMINAÇÕES SIMPLES E REVERSÕES DE DISCRIMINAÇÃO

MÉTODO

Sujeitos

Dez abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* (vulgarmente conhecida como Mandaçaia), operárias, em idade adulta, experimentalmente ingênuas, todas procedentes de uma mesma colméia instalada no Laboratório de Psicologia da Aprendizagem do Departamento de Psicologia da Universidade Federal de São Carlos (ver Figura 1). A colméia encontrava-se instalada sobre um aparador junto da janela e sua entrada era posicionada na direção do batente esquerdo da janela, de modo que ao sair da colméia, uma abelha podia voar tanto para dentro da sala, como para o ambiente natural.

Uma característica importante dos sujeitos é que o xarope funciona como um reforçador poderoso, porém não está sujeito aos efeitos de operações estabelecedoras (Michael, 1982) como privação e saciação, uma vez que não é consumido, mas depositado na colméia. Assim, uma vantagem desse organismo é que ele pode trabalhar por muitas horas, sem alteração na "motivação" (Pessotti, 1964; 1969).

Nos experimentos conduzidos neste laboratório, uma abelha ao visitar um pires ou outro tipo de recipiente contendo solução açucarada despende por volta de 50 segundos sugando esse xarope, em seguida retorna à colméia e, cerca de um minuto mais tarde, pousa novamente sobre essa fonte artificial de alimento. Essa característica permite modelar uma resposta operante que poderá ser observada a cada dois minutos, em média.

Outro aspecto importante é que a abelha dispensa alojamentos especiais (sua "moradia" é a colméia), ou seja, neste procedimento o sujeito é mantido em seu ambiente natural, o que evita alterar variáveis importantes para outros comportamentos. Com isso, pode-se trabalhar com um operante realmente livre, no sentido que o operante requerido

pelo experimentador compete com os comportamentos mantidos pelo ambiente natural, na busca por alimento (xarope e pólen) para a colméia.

Figura 1. Colméia da qual foram utilizados os sujeitos deste estudo. A colméia fica acondicionada em uma sala do Laboratório de Psicologia da Aprendizagem (UFSCar), junto a uma janela protegida com grades. A única saída da colméia é voltada para fora ou para dentro da sala. Os equipamentos de controle ficam localizados dentro da sala, junto à parede paralela à da janela, a 1,5 m, aproximadamente, da colméia.

Equipamentos e materiais

Foram empregadas simultaneamente duas caixas experimentais (uma para o S+ e a outra para o S-). Os equipamentos foram adaptados daqueles desenvolvidos por Pessotti (1969) (ver Figura 2), pela Insight Equipamentos (indústria de equipamentos eletrônicos) de Ribeirão Preto, conforme especificações definidas por nosso laboratório, a partir de uma série de estudos prévios para determinação de condições apropriadas para o trabalho com abelhas (Mattoso, Passador e Magila, 2000; Moreno e col., 2005; Moreno, Rocca, Bernardino Jr., & de Souza, 2002; Moreno & de Souza, 2003), assim como pelos desenvolvimentos de equipamentos realizados por Pessotti (1964, 1969, 1981).

Neste estudo, as duas caixas experimentais eram dispostas sobre uma mesa de tampo preto, posicionada a uma distância de aproximadamente 1,5 m da colméia. A distância entre as caixas era de 10 cm.

Cada um dos dois aparelhos era formado por uma caixa de acrílico branco, com fundo quadrado medindo 27,0 cm X 27,0 cm e 29,0 cm de altura (ver Figura 3, painel superior). Na área superior do aparelho foram instaladas duas barras, a uma distância de 5,0 cm de um bebedouro, e a uma distância de 6,0 cm uma da outra. No interior de cada aparelho, encontrava-se um recipiente para acondicionar uma solução de açúcar (xarope), concentrada a 50%, e um mecanismo que elevava uma concha com aproximadamente 0,5 ml de xarope ao bebedouro. Cada barra encontrava-se presa a um mecanismo que podia fechar um sistema fotoelétrico, o qual acionava automaticamente um sistema que disponibilizava a solução de açúcar junto ao bebedouro (ver Figura 4). Cada caixa experimental continha duas barras. No presente estudo apenas uma barra de cada caixa era utilizada. As barras não utilizadas eram isoladas com um invólucro escuro, para evitar que fossem acionadas durante o procedimento.

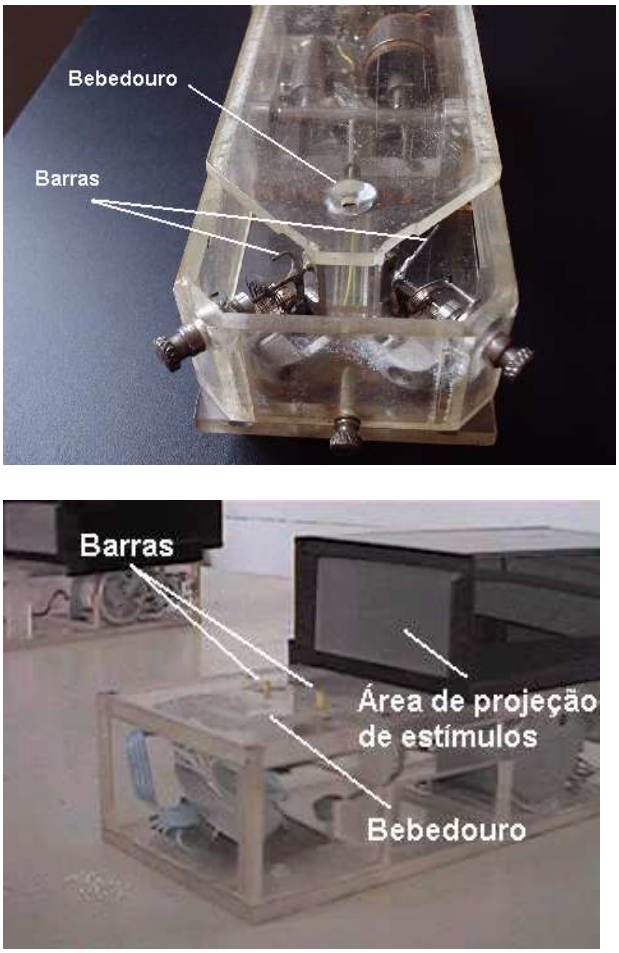


Figura 2. Aparelhos automáticos para tarefas discriminativas em abelhas. Acima, aparelho desenvolvido por Pessotti (1969). Abaixo, protótipo desenvolvido em 2004. No centro da área de pouso encontravam-se duas alavancas verticais para resposta operante (barras verticais amarelas). Na parte de trás de cada aparelho encontrava-se a caixa (de acrílico preto) com duas lâmpadas (na foto, desligadas). Entre as lâmpadas e a área de projeção havia dois filtros (um azul, outro amarelo) que permitiam apresentar os estímulos discriminativos. A versão atual dos aparelhos (Figura 3) apresenta várias diferenças em comparação a esse protótipo; por exemplo, em relação às barras (sistema fotoelétrico, em vez de sistema eletromecânico), em relação ao bebedouro e relação à projeção de estímulos (áreas maiores).

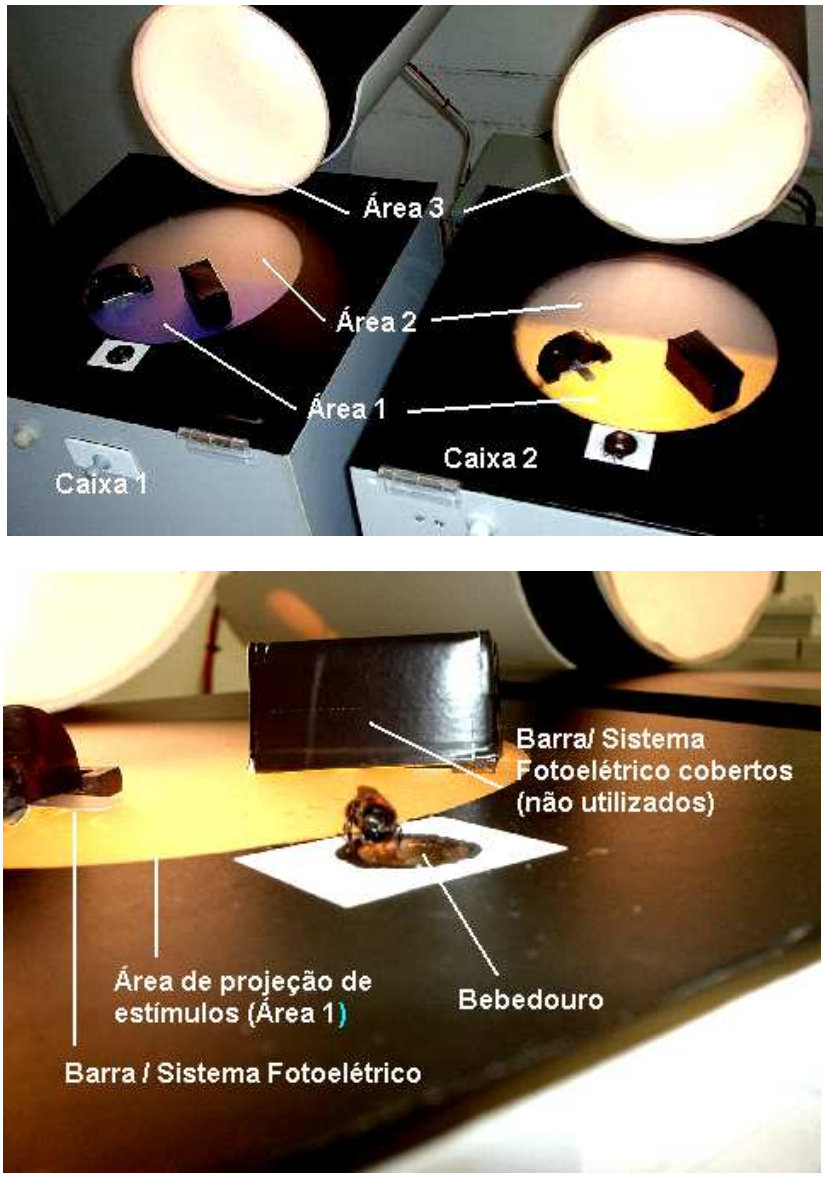


Figura 3. Painel superior: Aparelhos experimentais utilizados neste estudo. Foram destacadas as áreas onde eram apresentados os estímulos. Na figura, a Área 3 de ambas as caixas projeta o estímulo Branco. A Área 1 da caixa experimental esquerda projeta o estímulo Azul e a Área 1 da caixa experimental direita projeta o estímulo Amarelo. Painel inferior: detalhes de uma caixa experimental, sinalizada com o estímulo Amarelo, projetado na Área 1. O conjunto barra/ sistema fotoelétrico constituía o operando. Junto ao bebedouro se encontra uma abelha com uma marca de tinta guache vermelha.

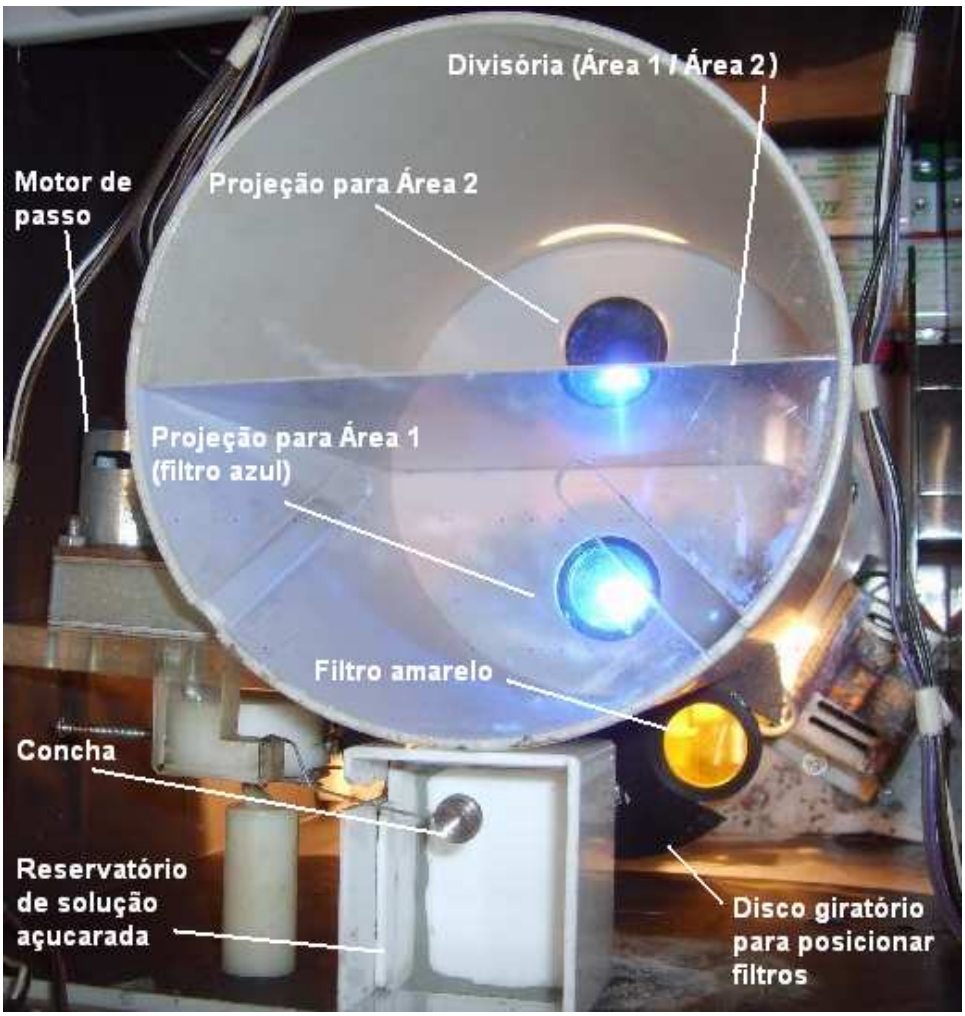


Figura 4. Interior de uma caixa experimental utilizada neste estudo. Com o início de uma tentativa, o disco giratório posicionava um determinado filtro (azul, amarelo, branco) ou vazio (lâmpada apagada) em uma área de projeção. Na figura, o filtro azul está posicionado na Área 1; na Área 2 a lâmpada permanece apagada. Em uma tentativa de treino, uma resposta definida como correta era seguida do acionamento do motor de passo, elevando-se a concha com solução açucarada até a abertura no piso da caixa (bebedouro).

Na superfície de cada caixa encontravam-se duas áreas para projeção de luz, ambas com forma de semicírculo, de acrílico translúcido. As duas áreas, contíguas, formavam um círculo com 12 cm de diâmetro. A área anterior foi nomeada como “Área 1” e a posterior como “Área 2”. O restante da base era coberto com um revestimento plástico preto. No início do treino, uma cobertura de papel branco podia ser colada ao redor do bebedouro, para que uma abelha encontrasse o bebedouro mais facilmente.

Junto ao aparelho estava posicionado um suporte com um tubo fechado por uma área de forma circular, de acrílico translúcido, com 12 cm de diâmetro, posicionado verticalmente para projeção de luz. Esta área foi nomeada como “Área 3”. Neste experimento, apenas as Áreas 1 e 3 foram utilizadas (ver Figura 3, painel superior).

Na base desse tubo (projeção na Área 3) encontrava-se um sistema de projeção de luz, composto por uma lâmpada incandescente branca e um disco com três filtros (azul, amarelo e branco). Na base da área interna do aparelho também existiam dois sistemas de projeção de luz. Esses sistemas permitiam projetar uma dessas três cores em cada uma das três áreas de projeção de luz ou ainda manter a área sem luz; as cores projetadas foram definidas, então, como Azul, Amarelo, Branco e Apagado e podiam ser alteradas a cada tentativa, conforme o que era programado para cada etapa do procedimento.

O aparato era controlado eletronicamente por uma interface ligada a um microcomputador. O *software* para gerenciamento dos procedimentos e registro de dados foi desenvolvido pela mesma empresa que construiu os equipamentos.

Procedimento

a) Identificação do sujeito

Cada abelha recebia uma marca sobre o dorso (ver Figura 5), feita com tinta guache (cf. Pessotti, 1964). A marca era feita quando a abelha se encontrava pousada, sugando xarope colocado em um pires localizado junto à saída da colméia. Usava-se um pincel fino comum. Preferencialmente era usada uma das seguintes cores: amarelo, vermelho, laranja ou branco. Essas cores apresentam maior contraste em relação ao dorso (escuro) da abelha, facilitando a sua identificação. O trabalho era conduzido com apenas uma abelha por vez.

b) Modelagem de pouso sobre o aparelho e modelagem da resposta de sugar no bebedouro

Um pires, apoiado em um suporte, era gradualmente deslocado em direção a um dos aparelhos localizados sobre a mesa (nesta fase, o outro aparelho permanecia coberto) (ver Figura 5). Em seguida, o pires era retirado e o xarope era depositado diretamente sobre o tampo do aparelho. Assim que a abelha estivesse voando regularmente para o aparelho, o tampo era limpo e o xarope passava a ficar disponível apenas no bebedouro, manipulado pelo experimentador. Nesse momento, todas as lâmpadas do aparelho permaneciam apagadas.

c) Modelagem da resposta de pressão-à-barra

Quando o sujeito estava voando sistematicamente ao aparelho e sugando o xarope, o acesso ao bebedouro passava a ser restrito: o xarope ficava disponível apenas com sua aproximação à barra. Em visitas posteriores, o sujeito recebia reforço apenas quando tocava a barra (ver Figura 6). Finalmente, apenas as respostas de pressão à barra eram reforçadas. Após algumas pressões à alavanca, o segundo aparelho era descoberto e o sujeito era treinado a pressionar a barra nesse outro aparelho.

Figura 5. Painel superior e painel central: pires contendo solução de açúcar colocado próximo à entrada da colméia. Gradualmente, o pires era deslocado para o interior da sala e colocado sobre a mesa onde se encontravam as caixas experimentais. Uma das abelhas recebia então uma marca com tinta guache, sendo definida como sujeito (painel inferior). Trabalhava-se com uma abelha por vez.

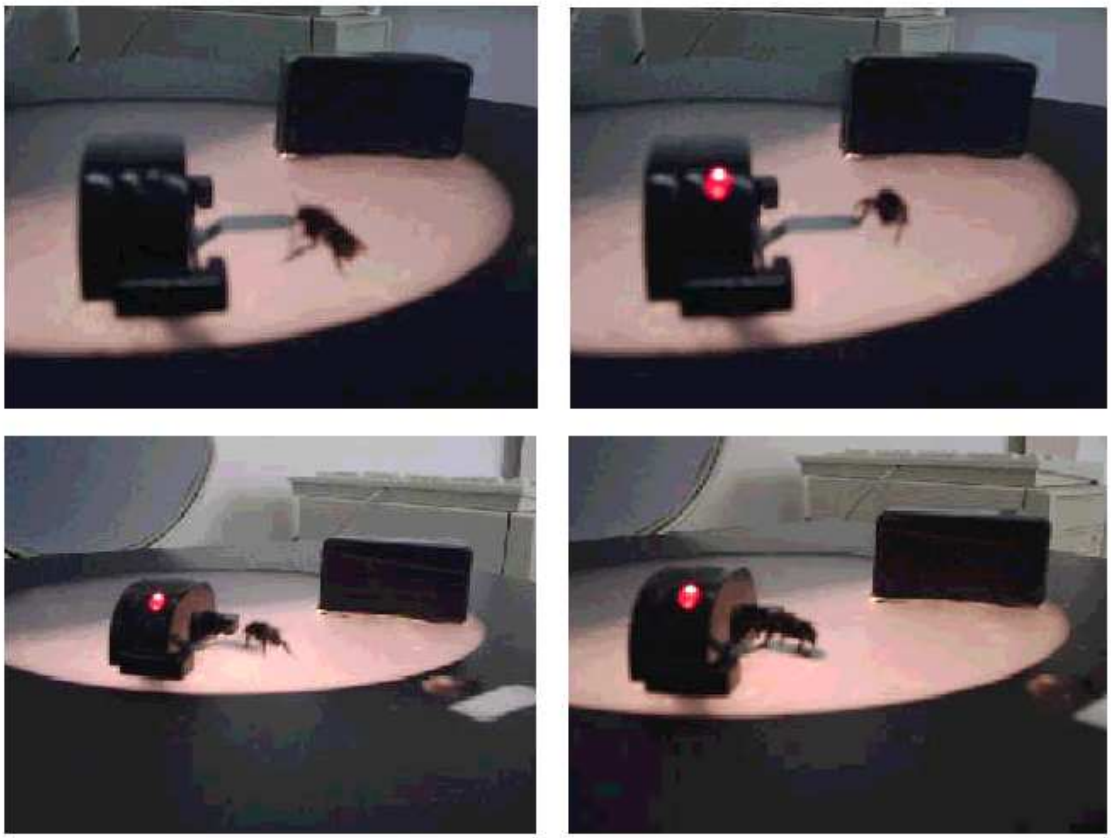


Figura 6. Diferentes momentos de modelagem da resposta operante. O operando era composto por uma rampa de alumínio em uma porção externa (sobre a qual uma abelha se apóia, na foto) e uma peça de alumínio na outra extremidade, presas a um eixo também de alumínio e formando um sistema de alavanca. Quando uma abelha pressionava essa porção externa (barra), a outra extremidade se elevava fechando um circuito fotoelétrico e emitindo um sinal luminoso (LED vermelho). A porção externa dessa rampa, sobre a qual a abelha se apoiava, tinha 1 cm de comprimento.

d) Estabelecimento de discriminação simples

Após o reforçamento de cerca de 30 respostas de pressão à barra, era iniciado o treino de discriminação simples utilizando-se dois entre os quatro estímulos disponíveis (Azul, Amarelo, Branco e Apagado). Para 6 sujeitos, os estímulos eram projetados na Área 1 (ver Tabela 1). Para 4 sujeitos, os estímulos discriminativos eram projetados na Área 3.

Quando em uma tentativa ocorria uma resposta à barra da caixa experimental sinalizada com o estímulo definido como correto, o acesso ao bebedouro era automaticamente liberado por 55 segundos. Após esse período, era finalizado o acesso ao bebedouro e todas as luzes eram apagadas por 10 s (intervalo entre tentativas). Raramente uma abelha despendia mais de 55 segundos para sugar o xarope. Então, quando o iniciava o intervalo entre tentativas, a abelha já tinha retornado à colméia. Quando ocorria uma resposta à barra da caixa experimental sinalizada com o estímulo definido como incorreto, o bebedouro era mantido inacessível e todas as luzes eram apagadas por 10 segundos. Essa configuração era mantida por outros 10 segundos, correspondentes ao intervalo entre tentativas. Após esses 20 segundos, geralmente uma abelha voltava a responder, na mesma ou na outra caixa experimental. A posição dos estímulos (no aparelho “direito” ou no aparelho “esquerdo”) podia ser alternada, entre as tentativas, em uma seqüência pseudo-randômica, definida previamente em um arquivo de comandos.

O treino de discriminação simples era conduzido em blocos de 10 tentativas. Ao final de um bloco de tentativas, se fosse atingido o critério de 80% de respostas corretas (8 tentativas), era iniciado um bloco de tentativas da fase seguinte (reversões sucessivas). Se esse critério não fosse atingido, era iniciado um bloco de tentativas da mesma fase.

Tabela 1

Estímulos e respectivas áreas onde foram apresentados durante treino de discriminação e 1a. reversão de discriminação. Para os Sujeitos S1, S2, S3, S4, S5 e S6, foram utilizados estímulos discriminativos na Área 1. Para os sujeitos S7, S8, S9 e S10 os estímulos discriminativos foram apresentados na Área 3. Na 2a. reversão de discriminação, a função dos estímulos era a mesma da fase de discriminação, enquanto na 3a. reversão de discriminação a função dos estímulos era a mesma da 1a. reversão, e assim sucessivamente. Para os Sujeitos S1, S2, S3, S4, S5 e S6, já nessa fase de discriminação simples era apresentado um estímulo adicional na Área 3, com o fim de, ao longo de sucessivas de reversões, estabelecer controle condicional por esse estímulo (conforme procedimento de Pessotti, 1981).

Sujeitos	Discriminação Simples			1a. Reversão de Discriminação		
	Área 1		Área 3	Área 1		Área 3
S1	Azul (S+)	Amarelo (S-)	Branco	Amarelo (S+)	Azul (S-)	Apagado
S2	Azul (S+)	Amarelo (S-)	Branco	Amarelo (S+)	Azul (S-)	Apagado
S3	Amarelo (S+)	Azul (S-)	Apagado	Azul (S+)	Amarelo (S-)	Branco
S4	Amarelo (S+)	Azul (S-)	Apagado	Azul (S+)	Amarelo (S-)	Branco
S5	Branco (S+)	Apagado (S-)	Azul	Apagado (S+)	Branco (S-)	Amarelo
S6	Branco (S+)	Apagado (S-)	Azul	Apagado (S+)	Branco (S-)	Amarelo
	Área 3		Área 1	Área 3		Área 1
S7	Apagado (S+)	Branco (S-)	-	Branco (S+)	Apagado (S-)	(apagado)
S8	Branco (S+)	Apagado (S-)	-	Apagado (S+)	Branco (S-)	(apagado)
S9	Azul (S+)	Amarelo (S-)	-	Amarelo (S+)	Azul (S-)	(apagado)
S10	Amarelo (S+)	Azul (S-)	-	Azul (S+)	Amarelo (S-)	(apagado)

Após ter sido aplicado o primeiro bloco de uma fase e o critério de aprendizagem não ter sido atingido, o *software* determinava, randomicamente, a aplicação de um entre três blocos do mesmo tipo, com o objetivo de impedir que o responder de um sujeito, após uma série de aplicações de um mesmo bloco, ficasse sob controle da seqüência de tentativas.

A seqüência de blocos de tentativas que compunham todo o treino de discriminação (fase de discriminação simples e fase de reversões de discriminação) também era definida previamente em um arquivo de comandos. Assim, com o início do treino de discriminação todo o procedimento era controlado exclusivamente pelo *software*. A apresentação dos estímulos discriminativos, do estímulo reforçador e o registro da resposta operante ocorriam automaticamente. Somente o encerramento do procedimento ao final de uma sessão dependia de um comando operado pelo experimentador.

e) *Reversões sucessivas de discriminação*

Com o início de uma reversão de discriminação, as funções dos estímulos eram invertidas. Se, por exemplo, na fase de discriminação simples o estímulo Azul tinha a função de S+ e o estímulo Amarelo tinha a função de S-, na primeira reversão de discriminação o estímulo Azul passaria a funcionar como S- e o estímulo Amarelo passaria a funcionar como S+. Na segunda reversão de discriminação, novamente as funções dos estímulos eram invertidas, e assim sucessivamente. Neste experimento, o treino de nenhum sujeito foi além da quarta reversão de discriminação.

O treino da primeira reversão de discriminação era formado por blocos de 10 tentativas. Assim como na fase anterior (estabelecimento de discriminação simples), o critério de finalização

dessa etapa era o registro de pelo menos 8 respostas corretas. Tendo sido atingido esse critério, iniciava-se imediatamente a segunda reversão de discriminação.

O treino da segunda reversão de discriminação era formado por blocos de 6 tentativas. O critério de encerramento era o registro de pelo menos 5 respostas corretas (83,3%). O mesmo foi definido para a terceira reversão.

O treino da quarta reversão de discriminação era formado por blocos de 4 tentativas. O critério de encerramento era o registro de pelo menos 3 respostas corretas (75%) (ver Tabela 2).

Para os Sujeitos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, logo no início do treino de discriminação simples, em que cada estímulo discriminativo era apresentado na Área 1, um outro estímulo era apresentado na Área 3 (ver Tabela 1). Por exemplo, o Sujeito 1 recebeu treino de discriminação simples entre os estímulos Azul (S+) e Amarelo (S-) apresentados na Área 1. Simultaneamente, o estímulo Branco era apresentado na Área 3 em todas as tentativas. Com o início da fase de reversão de discriminação (quando o estímulo Amarelo passava a funcionar como S+ e o estímulo Azul passava a funcionar como S-), o estímulo Apagado era apresentado na Área 3 em todas as tentativas. Durante a 2ª. reversão de discriminação, novamente o estímulo Branco era apresentado na Área 3. Ou seja, durante toda uma fase em que o estímulo Azul funcionava como S+, o estímulo Branco era apresentado na Área 3; quando o estímulo Amarelo funcionava como S+, o estímulo Apagado era apresentado na Área 3. À medida que fossem estabelecidas mais reversões de discriminação, depois de um número cada vez menor de tentativas, poderia-se esperar que a escolha do estímulo apresentado na Área 1 (Azul ou Amarelo) passasse a ser controlada pelo estímulo apresentado na Área 3 (Branco ou Apagado). Esse procedimento, semelhante ao procedimento de Pessotti (1969), tinha então o objetivo de facilitar o posterior estabelecimento de discriminações condicionais (durante a fase de treino em que os estímulos

condicionais se intercambiariam em seqüência aleatória). No estudo de Pessotti (1969), as reversões sucessivas de discriminação simples eram estabelecidas mais rapidamente quando os estímulos de comparação eram acompanhados de um estímulo condicional logo no início do treino da primeira reversão.

Tabela 2

Tipos de bloco de tentativas e critério de finalização de todas as fases do procedimento de treino de discriminação simples e reversões de discriminação.

fase	tentativas por bloco	critério de finalização (porcentagem de acertos)
Discriminação simples	10	80% (8/10 tentativas)
1a. Reversão	10	80% (8/10 tentativas)
2a. Reversão	6	83,3% (5/6 tentativas)
3a. Reversão	6	83,3% (5/6 tentativas)
4a. Reversão	4	75% (3/4 tentativas)
5a. Reversão	4	75% (3/4 tentativas)
6a. Reversão	4	75% (3/4 tentativas)
7a. Reversão	4	75% (3/4 tentativas)

A sala em que foram aplicadas as sessões recebia apenas iluminação natural. Decidiu-se não utilizar iluminação artificial para que essa não interferisse com os estímulos discriminativos luminosos. Por essa razão, uma sessão era encerrada no início da noite, quando a iluminação natural se tornava escassa e as visitas de uma abelha passavam a se alternar com pausas cada vez mais longas. Outro critério para finalização de uma sessão era a ocorrência de uma pausa superior a 30 minutos. Pausas desse tipo podiam ocorrer logo após o início de uma fase de reversão de discriminação, quando o sujeito emitia várias respostas incorretas, passando longos períodos sem que a resposta operante fosse reforçada. Uma vez que ocorria a extinção da resposta operante, ocorria também a extinção do comportamento de visitar as caixas experimentais.

Se em uma sessão o número de respostas fosse inferior a 50, a sessão era reiniciada no dia seguinte, a partir da mesma tentativa que estava em vigor no momento do encerramento. Assim, um bloco (por exemplo, de 10 tentativas) podia apresentar tentativas do final de uma sessão e tentativas do início da sessão seguinte. Dois sujeitos foram expostos a duas sessões de treino e 8 sujeitos foram expostos a uma sessão de treino. Cada sessão durava em torno de 8 horas.

RESULTADOS

A Figura 7 apresenta os gráficos de freqüência acumulada de respostas para os dez sujeitos utilizados neste experimento. As linhas verticais pontilhadas separam as fases do procedimento. Para todos os gráficos, a linha grossa (escura) representa a freqüência acumulada de respostas ao estímulo definido como correto (S+) e a linha fina (cinza) representa a freqüência acumulada de respostas ao outro estímulo, definido como incorreto (S-).

A primeira porção de cada gráfico (da origem até a primeira barra vertical pontilhada) representa a fase de discriminação simples. A porção seguinte de cada gráfico representa a fase de reversão de discriminação. A terceira porção do gráfico representa a segunda reversão de discriminação, e assim sucessivamente.

O procedimento previa o treino composto por uma fase de discriminação simples e 7 fases de reversão de discriminação. Cada fase tinha início após ser atingido um determinado critério de aprendizagem (ver Tabela 2). Contudo, a quarta reversão foi a fase mais avançada a ser aplicada a um sujeito (abelha S2) (ver Tabela 3).

Figura 7 - Discriminações simples e reversões de discriminação para os 10 sujeitos treinados no Experimento I. Cada linha escura e grossa representa a freqüência acumulada de respostas discriminadas. Cada linha cinza e fina representa a freqüência acumulada de respostas não discriminadas. Os sujeitos S1, S2, S3 e S4 foram treinados a discriminar entre luz azul e luz amarela na Área 1. S5 e S6 foram treinados a discriminar entre lâmpada acesa e lâmpada apagada na Área 1. S7 e S8 foram treinados a discriminar entre lâmpada acesa e lâmpada apagada na Área 3. S9 e S10 foram treinados a discriminar entre luz azul e luz amarela na Área 3. Cada linha pontilhada vertical representa o início de uma fase de reversão de discriminação.

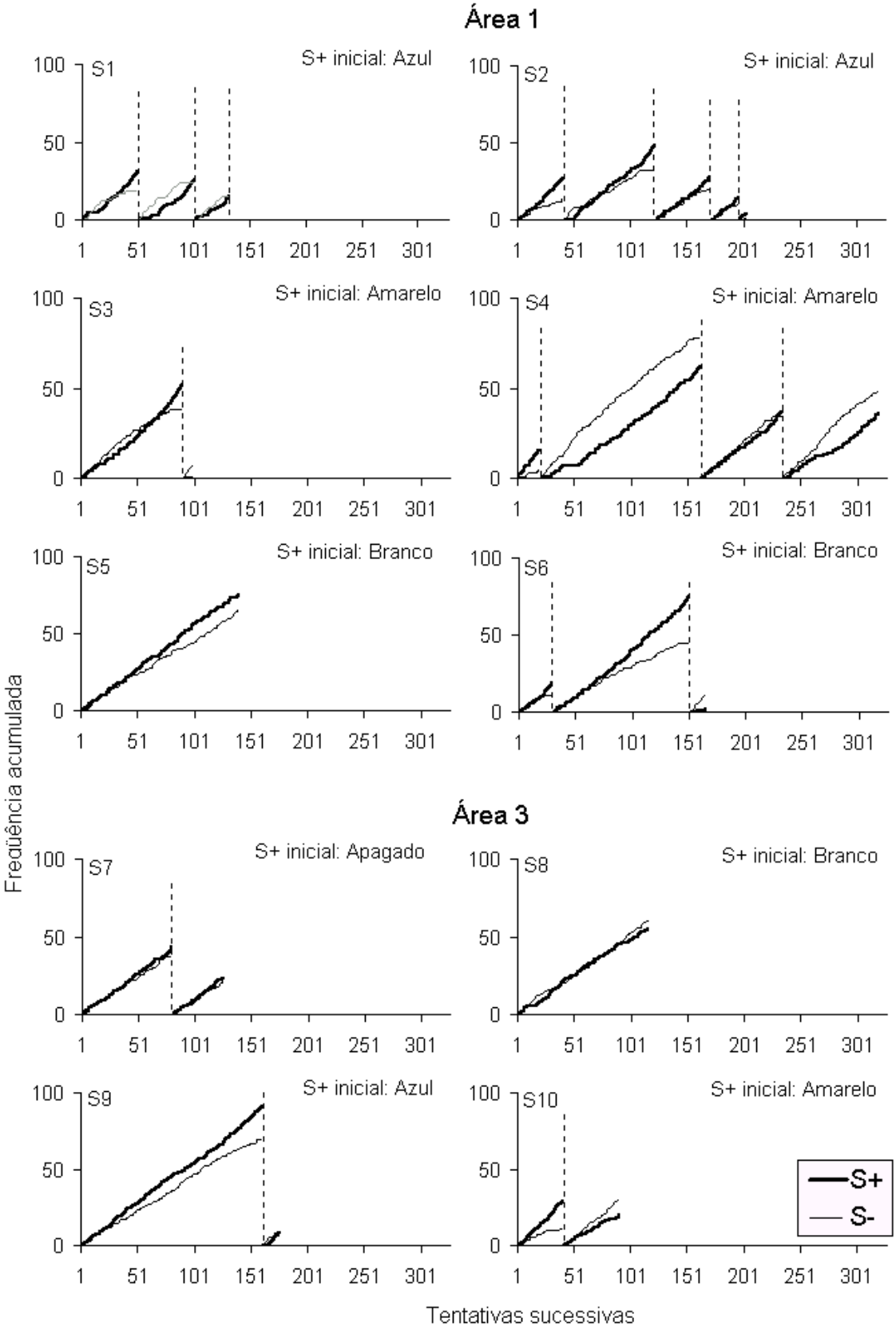

Área 1
S1
S+ inicial: Azul
S2
S+ inicial: Azul
S3
S+ inicial: Amarelo
S4
S+ inicial: Amarelo
S5
S+ inicial: Branco
S6
S+ inicial: Branco
Área 3
S7
S+ inicial: Apagado
S8
S+ inicial: Branco
S9
S+ inicial: Azul
S10
S+ inicial: Amarelo
S+
S-
Frequência acumulada
Tentativas sucessivas
0
50
100
1
51
101
151
201
251
301

Tabela 3

Número de sessões, posição dos estímulos durante o treino de discriminação e reversões de discriminação, funções dos estímulos durante treino de discriminação simples; número de tentativas, critério de aprendizagem (se foi atingido ou não) e porcentagem de acertos no último bloco de tentativas durante as condições de treino de discriminação simples, 1a. reversão, 2a. reversão, 3a. reversão e 4a. reversão para os 10 sujeitos.

Abelha	no. de sessões	posição dos estímulos	S+ inicial	S- inicial	discriminação simples			1a. Reversão			2a. Reversão			3a. Reversão			4a. Reversão		
					no. de tentativas	critério atingido	% acertos no último bloco completo	no. de tentativas	critério atingido	% acertos no último bloco completo	no. de tentativas	critério atingido	% acertos no último bloco completo	no. de tentativas	critério atingido	% acertos no último bloco completo	no. de tentativas	critério atingido	% acertos no último bloco completo
S1	2	Área1	Azul	Amarelo	50	sim	100	50	sim	90	30	sim	100						
S2	1	Área1	Azul	Amarelo	40	sim	80	80	sim	90	48	sim	83,3	24	sim	83,3	10	não	66,6
S3	1	Área1	Amarelo	Azul	90	sim	100	8	não	-									
S4	1	Área1	Amarelo	Azul	20	sim	80	140	sim	80	72	sim	83,3	92	não	66,6			
S5	2	Área1	Branco	Apagado	140	não	50												
S6	1	Área1	Branco	Apagado	30	sim	90	120	sim	100	13	não	0						
S7	1	Área 3	Apagado	Branco	80	sim	80	45	não	70									
S8	1	Área 3	Branco	Apagado	116	não	50												
S9	1	Área 3	Azul	Amarelo	160	sim	80	15	não	50									
S10	1	Área 3	Amarelo	Azul	40	sim	90	50	não	40									

Os quatro primeiros gráficos da Figura 7 (S1, S2, S3 e S4) correspondem aos desempenhos dos sujeitos que foram treinados a discriminar entre os estímulos Azul e Amarelo, apresentados na Área 1. Na fase de discriminação simples, a abelha S1 atingiu o critério de aprendizagem (8 acertos em 10 tentativas) após 50 tentativas. Na fase seguinte (primeira reversão de discriminação), atingiu o critério de aprendizagem (8 acertos em 10 tentativas) novamente após 50 tentativas. Na segunda reversão de discriminação, essa abelha atingiu o critério de aprendizagem (5 acertos em 6 tentativas) após 30 tentativas. A abelha S2 atingiu o critério de discriminação simples com 40 tentativas, primeira reversão após 50 tentativas, segunda reversão após 48 tentativas e terceira reversão após 24 tentativas. Dez tentativas após o início da quarta reversão de discriminação, essa abelha não retornou às caixas experimentais. A abelha S3 atingiu o critério de discriminação simples após 90 tentativas. Com o início da primeira reversão de discriminação, tendo errado 8 tentativas consecutivas, abandonou a sessão. Dentre todos os sujeitos, a abelha S4 demonstrou discriminação simples com o menor número de tentativas; 20 (2 blocos). A primeira reversão foi estabelecida após 140 tentativas. O gráfico mostra que a freqüência de respostas ao estímulo Amarelo foi bastante alta no início dessa fase e diminuiu abruptamente, quando foi atingido o critério de aprendizagem. A segunda reversão foi estabelecida após 72 tentativas. O gráfico mostra que durante a quarta reversão, depois de 25 respostas, aproximadamente, a freqüência de respostas corretas aumentava suavemente, enquanto a diminuía a freqüência de respostas incorretas. Contudo, essa fase foi finalizada após 92 tentativas, sem que o critério de aprendizagem fosse atingido.

Outros dois sujeitos (S5 e S6) foram treinados com estímulos apresentados na Área 1. Mas, com essas duas abelhas foram empregados os estímulos Branco e Apagado. A abelha S5 foi um dos dois sujeitos (S5 e S8) que não atingiram o critério de aprendizagem nem mesmo

durante a fase de discriminação simples. Embora o gráfico mostre algum aumento na proporção de acertos (após 50 tentativas, aproximadamente), depois de 140 tentativas o critério de aprendizagem não havia sido atingido. A abelha S6 atingiu o critério de discriminação simples após 30 tentativas, e o critério de primeira reversão de discriminação após 120 tentativas. Após 13 tentativas e apenas dois acertos, a segunda reversão foi finalizada.

Os sujeitos S7, S8, S9 e S10 foram treinados com estímulos apresentados na Área 3, sendo que S7 e S8 foram treinados a discriminar entre Branco e Apagado, enquanto S9 e S10 foram treinados a discriminar entre Azul e Amarelo. A abelha S7 atingiu critério de discriminação simples após 80 tentativas. A fase de reversão de discriminação foi encerrada após 45 tentativas, sem que fosse atingido o critério. O gráfico mostra que a proporção de acertos praticamente coincidiu com a proporção de erros ao longo dessa fase. O treino da abelha S8 foi encerrado após 116 tentativas sem que fosse estabelecida a discriminação simples. O gráfico mostra que ao final do treino a proporção de erros superava a proporção de acertos. A abelha S9 atingiu o critério de discriminação simples após 160 tentativas, o número mais alto dentre todos os sujeitos que atingiram esse critério. Contudo, o gráfico mostra que a proporção de acertos começou a se destacar da proporção de erros depois de 40 tentativas, aproximadamente, e aumentou suavemente, até que fosse atingido o critério de aprendizagem. A fase de reversão de discriminação foi finalizada depois de 15 tentativas, com 7 acertos e 8 erros. A abelha S10 atingiu o critério de discriminação simples após 40 tentativas. Ao final dessa fase, a freqüência de acertos se destacava nitidamente da freqüência de erros. Por outro lado, a fase de reversão de discriminação foi finalizada após 50 tentativas, com a proporção de erros superando a proporção de acertos, mesmo no final da fase.

Os resultados dos treinos de discriminação simples e reversões de discriminação para os sujeitos do Experimento 1 também são representados como porcentagens de respostas discriminadas em blocos de tentativas – Figura 8.

Em cada gráfico da Figura 8, as linhas verticais pontilhadas separam as fases do treino discriminativo. Para as tarefas de discriminação simples e primeira reversão de discriminação, são representadas as porcentagens de acertos em blocos de 10 tentativas. Para a segunda e terceira reversões, são representadas as porcentagens de acertos em blocos de 6 tentativas. Para a quarta reversão de discriminação é representada a porcentagem de respostas discriminadas em blocos de 4 tentativas.

Para a abelha S1, a Figura 8 mostra que o critério de aprendizagem foi alcançado ao final do 5º. bloco. Tanto a primeira quanto a segunda reversões foram finalizadas após cinco blocos. Com o início da terceira reversão, a abelha abandonou a sessão. O gráfico para a abelha S2 mostra um número elevado de respostas corretas logo nos primeiros blocos, sendo que o critério de aprendizagem foi alcançado no 4º. bloco. A primeira reversão foi concluída após 8 blocos de treino. A segunda reversão foi concluída após 12 blocos. Na terceira reversão, a abelha abandonou a sessão após um bloco de treino, com 75% de acertos. A abelha S3 alcançou o critério de aprendizagem após 9 blocos de treino. Nesse último bloco, foram registradas apenas respostas corretas. A abelha abandonou a sessão com o início da primeira reversão. Com a abelha S4, o critério de 80% de acertos de 10 tentativas foi alcançado no segundo bloco de treino. A primeira reversão foi concluída após 14 blocos de treino. A primeira reversão foi concluída ao final do 12º bloco de treino. Após 14 blocos de treino foi encerrada a segunda reversão de discriminação sem que tivesse sido atingido o critério de aprendizagem. A abelha S5 recebeu 14 blocos de treino sem que fosse estabelecida a discriminação simples. A abelha S6 atingiu o

critério de aprendizagem da discriminação simples ao final do 3º. bloco de treino. A primeira reversão foi concluída após 12 blocos de treino. A segunda reversão foi encerrada sem que fosse atingido o critério de aprendizagem após dois blocos de treino, ambos com 33% de acertos. A abelha S7 atingiu o critério de aprendizagem após 8 blocos de treino. Depois de 4 blocos de treino, foi encerrado o treino de reversão sem que fosse atingido o critério de aprendizagem. A abelha S8 recebeu 12 blocos de treino sem que fosse estabelecida a discriminação simples. A abelha S9 atingiu o critério de aprendizagem após 16 blocos de treino. Essa abelha abandonou a sessão logo após o primeiro bloco do treino de reversão. A abelha S10 atingiu o critério de aprendizagem após 4 blocos de treino. A reversão de discriminação foi encerrada após 5 blocos de treino, todos com 40% de acertos.

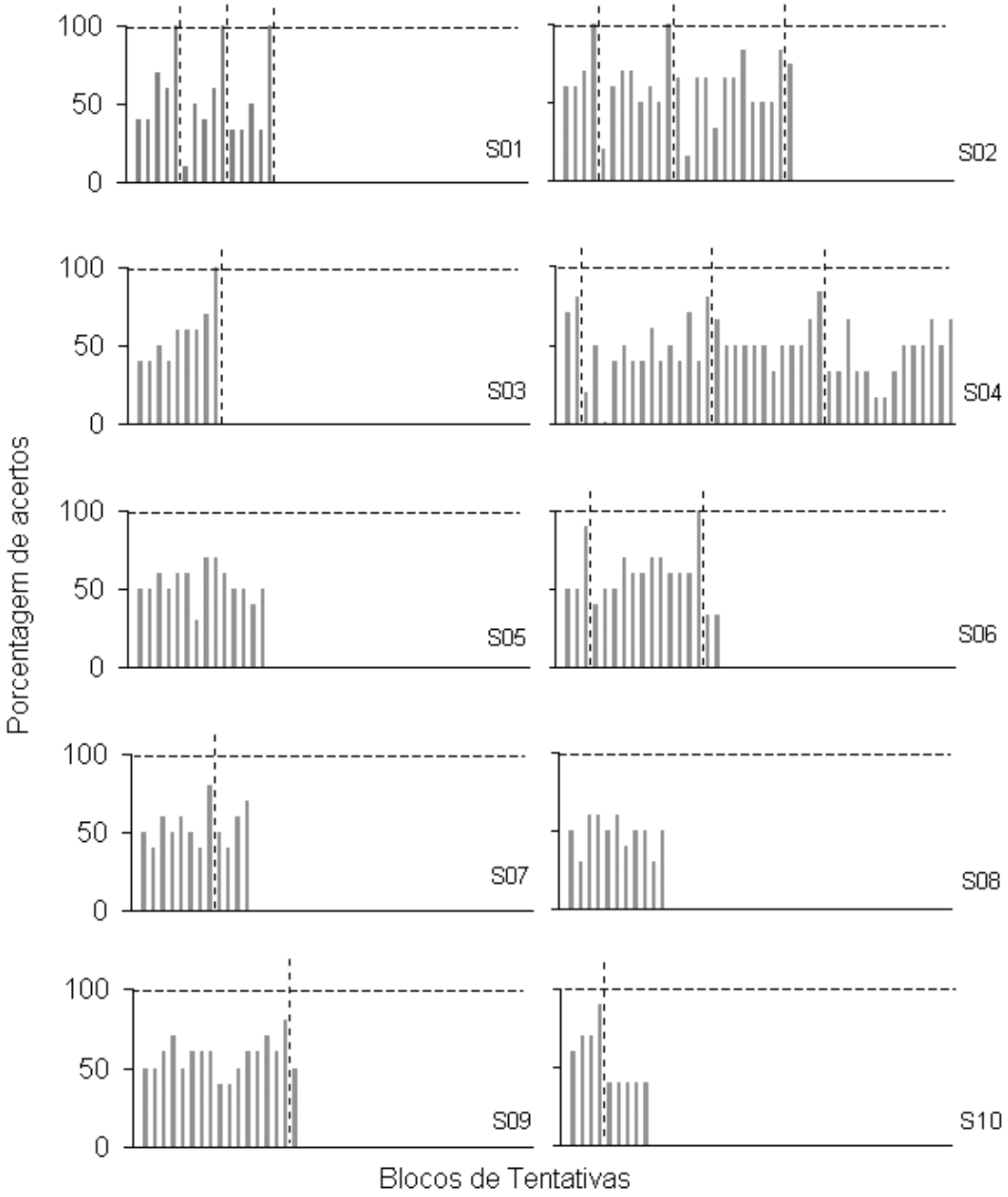


Figura 8. Porcentagens de respostas discriminadas em treino de discriminação simples e reversão de discriminação para os 10 sujeitos do Experimento 1. Cada linha pontilhada vertical representa o início de uma fase de reversão de discriminação.

DISCUSSÃO

Os dados mostram que a tarefa de discriminação simples foi aprendida por 8 entre 10 sujeitos. Para quatro sujeitos, foi estabelecida ao menos uma reversão de discriminação.

Os resultados sugerem que a discriminação entre Azul e Amarelo é mais facilmente aprendida do que a discriminação entre Branco e Apagado. Os dois únicos sujeitos que não atingiram o critério de aprendizagem na fase de discriminação simples (S5 e S8) foram treinados a discriminar entre Branco e Apagado. Além disso, os quatro sujeitos para os quais foi estabelecida ao menos uma reversão de discriminação foram treinados a discriminar entre Azul e Amarelo.

Os resultados também sugerem que a apresentação dos estímulos na Área 1 favorece a discriminação em comparação com apresentação na Área 3. Dentre os quatro sujeitos (S1, S2, S3 e S4) que foram treinados a discriminar entre Azul e Amarelo na Área 1, apenas para um sujeito (S3) não foi estabelecida a primeira reversão de discriminação. Não foi estabelecida a primeira reversão de discriminação para nenhum dos dois sujeitos treinados a discriminar entre Branco e Apagado na Área 3. Os dados não são conclusivos quando se compara o desempenho dos sujeitos treinados a discriminar entre Branco e Apagado na Área 1 (S5 e S6) ao desempenho dos sujeitos treinados a discriminar entre Branco e Apagado na Área 3 (S7 e S8). Dentre esses quatro sujeitos, o melhor desempenho foi obtido com o sujeito S6, treinado com estímulos na Área 1. Mas, enquanto um dos sujeitos (S8) com os quais não foram estabelecidas discriminações simples foi treinado com estímulos na Área 3, o outro (S5) foi treinado com estímulos na Área 1.

No estudo de Moreno (2003, Experimento 1) o estabelecimento de discriminação simples entre um disco azul e um disco amarelo ocorria, em média, após 35 visitas. Naquele experimento, o critério de aprendizagem era de 10 acertos consecutivos, enquanto no presente experimento o

critério era de 80% de acertos (8/10). Portanto, essa diferença nos critérios não permite uma comparação imediata dos resultados. O critério adotado naquele estudo parece mais rigoroso que o critério adotado no presente estudo. Todavia, alguns resultados do presente estudo são bastante claros em relação ao estabelecimento de discriminação simples. Algumas abelhas mostraram desempenhos que atendem ao critério adotado por Moreno (2003). Por exemplo, as abelhas S1 e S3 acertaram todas as dez tentativas do último bloco da fase de discriminação simples. Possivelmente, o desempenho de outras abelhas atenderia ao critério de 10 acertos consecutivos se a fase de discriminação simples não fosse finalizada pelo critério do presente estudo. Tendo em conta essa diferença entre os critérios de aprendizagem, deve-se ressaltar que, neste estudo, para as abelhas treinadas a discriminar entre Azul e Amarelo na Área 1 foi estabelecida a discriminação simples, em média, após 67 tentativas. Embora seja quase o dobro do valor obtido por Moreno (2003), o número de 67 tentativas parece razoável, sugerindo a viabilidade do prolongamento do treino, com várias reversões sucessivas de discriminação, até que seja possível o estabelecimento de discriminações condicionais.

Os estímulos utilizados e a área onde foram apresentados não são fatores suficientes para explicar as diferenças de desempenho nas tarefas de discriminação. Por exemplo, os sujeitos S5 e S6 foram treinados a discriminar entre Branco e Apagado na Área 3, tendo o estímulo Branco como S+ inicial. A abelha S5 não atingiu o critério de aprendizagem durante a fase de discriminação simples depois de 140 tentativas. Por outro lado, a abelha S6 atingiu o critério de discriminação após 30 tentativas, um número que pode ser considerado baixo, e ainda atingiu o critério para a primeira reversão de discriminação. O maior número de tentativas em uma fase de treino também não garantiu melhor desempenho. Por exemplo, a abelha S4 atingiu o critério de discriminação simples com apenas 20 tentativas, enquanto a abelha S8, depois de 116 tentativas

não atingiu o critério de aprendizagem e, além disso, tinha a proporção de erros maior que a proporção de acertos.

O principal objetivo dessa fase do presente estudo foi estabelecer os pré-requisitos para o estabelecimento de discriminações condicionais, utilizando-se uma resposta operante bem definida, aparelhos em que fossem automáticos o registro da resposta operante, a apresentação dos estímulos discriminativos e do estímulo reforçador.

O estabelecimento de discriminações condicionais depende da utilização de estímulos que possibilitem o estabelecimento de discriminações simples e reversões de discriminação. No presente estudo, alguns resultados podem ser considerados bastante negativos, como o fato de não ter sido obtida a primeira reversão de discriminação com 6 sujeitos. Por outro lado, é bastante positiva a demonstração de que é possível estabelecer discriminação simples com os estímulos apresentados na Área 1 ou na Área 3, utilizando-se os estímulos Azul e Amarelo ou os estímulos Branco e Apagado, ainda que essas diferentes condições determinem desempenhos bastante diferentes.

Além da utilização de estímulos adequados, no presente estudo os resultados favoráveis dependiam da utilização de aparelhos e *software* cujo funcionamento fosse estável e preciso. Parte deste estudo consistiu, então, no planejamento das características do *software* que controlava as caixas experimentais, o qual foi desenvolvido pela mesma empresa que construiu as caixas experimentais. Além disso, nessa fase do estudo foram discutidas e implementadas alterações nas caixas experimentais. Por exemplo, no último modelo da caixa experimental, quando uma abelha pressiona a barra e a concha contendo xarope se eleva até o bebedouro, uma pequena haste de metal bate contra o piso da caixa, produzindo vibração nesse piso, além de ruído. Isso fornece *feedback* à abelha, tornando mais rápida a modelagem da resposta operante.

Outra modificação diz respeito ao operando. Em modelos anteriores do aparelho, eram utilizadas barras verticais retas, ou então barras formadas por hastes curvadas (ver Figura 2). No último modelo, o operando é formado por uma pequena rampa achatada de alumínio. Decidiu-se por esse formato porque se observou que a rampa é mais saliente às abelhas. Atualmente, a modelagem da resposta operante ocorre mais rapidamente do que nas versões anteriores dos aparelhos automáticos. Um dos principais avanços do último modelo de aparelho se refere ao registro da resposta operante. Nos primeiros modelos, a resposta operante acionava um circuito eletromecânico, o qual, além de pouco confiável, exigia muita força para ser acionado. Em conseqüência, a resposta operante podia ser enfraquecida ou mesmo perdida durante um treino. Com o sistema fotoelétrico, presente no modelo atual, o registro da resposta é seguro e a força necessária para acioná-lo é constante (além de consideravelmente menor). De um modo geral, portanto, as caixas experimentais e o *software* utilizados atualmente apresentam avanços significativos em relação às condições anteriores ao início desta pesquisa.

No presente estudo, para alguns sujeitos (S1, S2, S3, S4, S5 e S6), além dos estímulos de comparação foram utilizados estímulos condicionais. Por exemplo, no treino de discriminação simples da abelha S1, os estímulos Azul (S+) e Amarelo (S-) eram apresentados na Área 1. Simultaneamente, o estímulo Branco era apresentado na Área 3. Durante a primeira reversão de discriminação, quando o estímulo Amarelo funcionava como S+, e o estímulo Azul funcionava como S-, simultaneamente era apresentado o estímulo Apagado na Área 3. Ou seja, quando o estímulo Branco era apresentado na Área 3, o estímulo Azul era definido como S+; quando o estímulo Apagado era apresentado na Área 3, o estímulo Amarelo era definido como S+. À medida que fossem estabelecidas mais reversões de discriminação, depois de um número cada vez menor de tentativas, era esperado que a escolha do estímulo apresentado na Área 1 (Azul ou

Amarelo) passasse a ser controlada pelo estímulo apresentado na Área 3 (Branco ou Apagado). Esse procedimento, apesar de diferenças nos critérios de aprendizagem, é semelhante ao procedimento de Pessotti (1969, 1981), com o qual foram obtidas discriminações condicionais em todas as 10 abelhas treinadas. Naquele estudo, o treino de discriminação condicional propriamente dito (com os estímulos condicionais se alternando em uma seqüência aleatória) só tinha início quando eram registradas 4 respostas corretas consecutivas logo a partir da primeira tentativa de uma reversão. Mas os resultados do Experimento I desta pesquisa sugerem que os desempenhos estabelecidos não tendiam a reversões cada vez mais rápidas. Em geral, cada reversão era bastante demorada e com muitos erros iniciais. Os resultados podem ser considerados positivos na medida em que demonstram o estabelecimento de discriminações simples e reversões de discriminação em um aparelho automático. Por outro lado, esses resultados sugerem que é necessário o uso de estímulos mais efetivos para o estabelecimento rápido de discriminações simples e reversões, condição necessária para o estabelecimento de repertórios mais complexos como discriminações condicionais.

EXPERIMENTO II- DISCRIMINAÇÕES CONDICIONAIS (LUZES COMO ESTÍMULOS)

MÉTODO

Sujeitos

Duas abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata*, em condições semelhantes ao Experimento I.

Equipamentos e materiais

Foram empregadas simultaneamente duas caixas experimentais (uma para o S+ e a outra para o S-), as mesmas descritas no Experimento I.

Procedimento

Os procedimentos de identificação do sujeito, modelagem de pouso sobre o aparelho, modelagem da resposta de sugar no bebedouro e modelagem da resposta de pressão à barra eram aplicados conforme definições para o Experimento I.

a) Estabelecimento de discriminação simples e reversões de discriminação

Após o reforçamento de cerca de 30 respostas de pressão à barra, era iniciado o treino de discriminação simples entre os estímulos Azul e Amarelo, cada um projetado na Área 1 de uma das duas caixas experimentais. Simultaneamente, era apresentado o estímulo Branco na Área 3 de cada caixa experimental em todas as tentativas. Nesse treino, o estímulo Azul era definido como S+ e o estímulo Amarelo era definido como S-.

Quando em uma tentativa ocorria uma resposta à barra da caixa experimental sinalizada com o estímulo Azul, definido como correto, o acesso ao bebedouro era automaticamente liberado por 55 segundos. Após esse período, era finalizado o acesso ao bebedouro e todas as

luzes eram apagadas. Esse período, de 10 segundos, era definido como o intervalo entre tentativas. Quando ocorria uma resposta à barra da caixa experimental sinalizada com o estímulo definido como incorreto, o bebedouro era mantido inacessível e todas as luzes eram apagadas por 10 segundos. Essa configuração era mantida por outros 10 segundos, correspondentes ao intervalo entre tentativas. A posição dos estímulos (no aparelho "direito" ou no aparelho "esquerdo") podia ser alternada, entre as tentativas, em uma seqüência pseudo-randômica, definida previamente em um arquivo de comandos. Essa fase de treino era encerrada quando eram registradas 6 respostas corretas consecutivas.

Em seguida, era iniciada a primeira reversão de discriminação, quando o estímulo Amarelo passava a ser definido como S+ e o estímulo Azul passava a ser definido como S-. Simultaneamente, o estímulo Apagado era apresentado na Área 3 em todas as tentativas. Como na fase anterior, o critério de aprendizagem era de 6 respostas corretas consecutivas.

Na fase seguinte de treino, o estímulo Azul novamente era definido como S+ e o estímulo Amarelo era definido como S-. O estímulo Branco era apresentado na Área 3 em todas as tentativas. Quando era atingido o critério de aprendizagem, uma nova reversão de discriminação era iniciada, e assim sucessivamente.

Essa fase era encerrada quando era estabelecida uma reversão de discriminação com apenas um erro na primeira tentativa.

A seqüência de tentativas que compunham todo o treino de discriminação (fase de discriminação simples e fase de reversões de discriminação) era definida previamente em um arquivo de comandos. Assim, com o início do treino de discriminação todo o procedimento era controlado exclusivamente pelo *software*. A apresentação dos estímulos discriminativos, do estímulo reforçador e o registro da resposta operante ocorriam automaticamente. Somente o

encerramento do procedimento ao final de uma sessão dependia de um comando operado pelo experimentador.

Como no Experimento I, a sala recebia apenas iluminação natural. Por essa razão, uma sessão era finalizada ao início da noite. Outro critério para finalização de uma sessão era a ocorrência de uma pausa superior a 30 minutos.

A apresentação de estímulos (Branco ou Apagado) na Área 3 já na fase de estabelecimento de discriminação simples tinha por objetivo acelerar o estabelecimento de controle condicional. Essa seqüência de treino, adaptada do procedimento de Pessotti, (1981), foi definida apenas para o Sujeito S11.

b) Alternância dos modelos após cada bloco de cinco tentativas

Essa fase, definida apenas para o Sujeito S12, era iniciada em seguida à fase de modelagem da resposta de pressão-à-barra. Nas cinco tentativas iniciais, o estímulo Branco era apresentado na Área 3 de ambas as caixas experimentais. Cada uma das caixas experimentais apresentava o estímulo Azul ou o estímulo Amarelo na Área 1. O estímulo Azul era definido como S+ (resposta correta) e o estímulo Amarelo era definido como S- (resposta incorreta). Nas cinco tentativas seguintes, o estímulo Apagado passava a ser apresentado na Área 3. O estímulo Amarelo passava a funcionar como S+ e o estímulo Azul passava a funcionar como S-.

A cada cinco tentativas, alternava-se o estímulo apresentado na Área 3 (Branco ou Apagado) e invertiam-se as funções dos estímulos apresentados na Área 1, até serem registradas 50 tentativas.

Essa seqüência de treino foi adaptada de Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005).

c) *Treino de discriminações condicionais - alternância dos modelos em seqüência semi-aleatória*

Essa fase foi definida para os Sujeitos 11 e 12.

O estímulo modelo (Branco ou Apagado) era apresentado na Área 3 de cada caixa experimental. Uma das caixas experimentais apresentava na Área 1 o estímulo de escolha Azul, a outra caixa experimental apresentava na Área 1 o estímulo de escolha Amarelo. Na presença do modelo Branco, o estímulo de escolha Azul era definido como S+ (correto) e o estímulo Amarelo era definido como S- (incorreto). Na presença do modelo Apagado, o estímulo Amarelo era definido como S+ e o estímulo Azul era definido como S-.

A posição dos estímulos (no aparelho “direito” ou no aparelho “esquerdo”) podia ser alternada, entre as tentativas, em uma seqüência semi-aleatória, definida previamente em um arquivo de comandos.

Assim como em tentativas de treino das fases anteriores, quando ocorria uma resposta à barra da caixa experimental sinalizada com o estímulo definido como correto, o acesso ao bebedouro era automaticamente liberado por 55 segundos. Uma resposta à barra da caixa experimental sinalizada com o estímulo definido como incorreto era seguida de extinção.

O critério para finalização dessa fase era de 90% de acertos em um bloco de 10 tentativas.

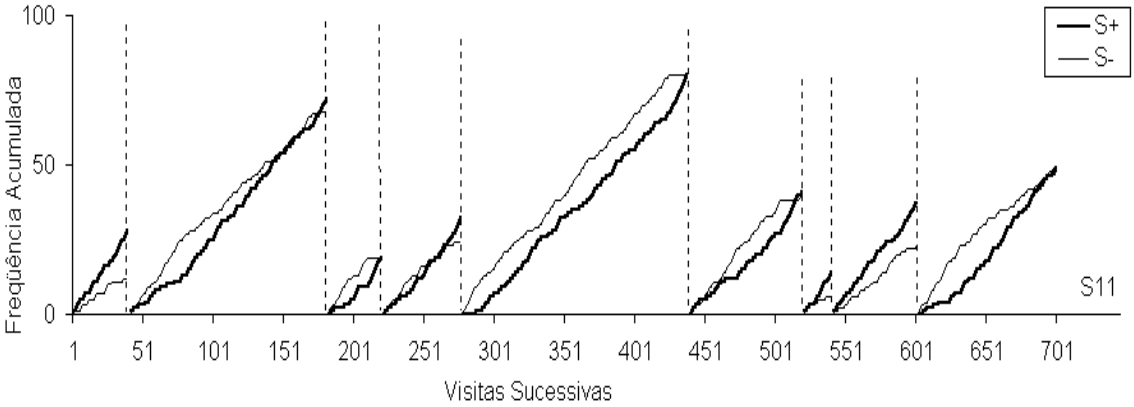
O Sujeito S11 recebeu 7 sessões de treino. O Sujeito S12 recebeu 3 sessões. Cada sessão de treino durava em torno de 8 horas.

RESULTADOS

A Figura 9 apresenta os gráficos de freqüência acumulada de respostas para o Sujeito S11. No painel superior dessa figura, são apresentadas as freqüências acumuladas de respostas ao estímulo Azul (linha escura e cheia) e ao estímulo Amarelo (linha cinza e fina), durante treino de discriminação e reversões de discriminação. Cada linha vertical tracejada representa o início de uma reversão de discriminação. Deve-se lembrar que ainda no início desse treino era apresentado um estímulo adicional na Área 3. Assim, na fase de treino representada na primeira porção do gráfico da Figura 9 – painel superior, quando o estímulo Azul era definido como S+ e o estímulo Amarelo era definido como S-, em toda tentativa era apresentado o estímulo Branco na Área 3 de cada caixa experimental.

A primeira porção do gráfico representa o treino de discriminação simples entre Azul e Amarelo, com o estímulo Azul definido como correto (S+). O critério de aprendizagem 6 acertos consecutivos foi atingido após 40 tentativas. A segunda porção do gráfico representa a primeira reversão de discriminação, ou seja, a fase de treino em que o estímulo Amarelo passou a funcionar como S+ e o estímulo Azul passou a funcionar como S-. Nesse momento, o estímulo Apagado era apresentado na Área 3 em todas as tentativas. O critério de aprendizagem de 6 acertos consecutivos foi atingido após 140 tentativas. A segunda reversão de discriminação foi estabelecida com 38 tentativas; a terceira reversão, com 56 tentativas; a quarta reversão, com 160 tentativas; a quinta reversão com 80 tentativas; a sexta reversão, com 20 tentativas; a sétima reversão com 60 tentativas.

O treino para o estabelecimento da oitava reversão foi finalizado após 98 tentativas, sem que o critério de aprendizagem (6 acertos consecutivos) fosse atingido.



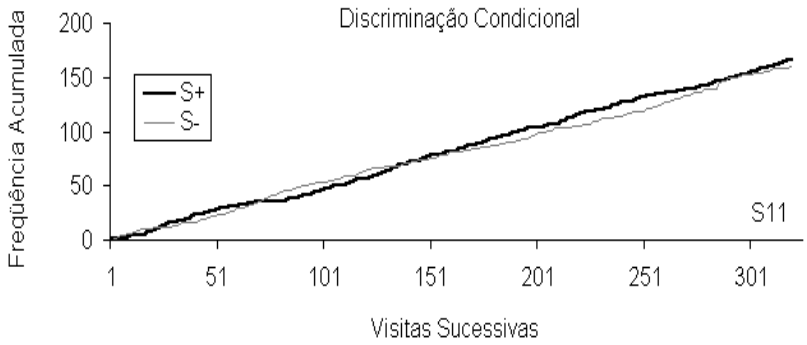


Figura 9 - Painel superior: discriminações entre estímulos Azul e Amarelo (apresentados na Área 1) para o Sujeito S11. Simultaneamente, na Área 3, era apresentado um estímulo adicional (Branco ou Apagado). O estímulo Azul era o S+ inicial. A alternação entre Branco e Apagado era feita quando era atingido o critério de 6 acertos consecutivos. Cada linha pontilhada representa uma alternação entre esses estímulos apresentados na Área 3. Painel inferior: discriminações condicionais com alternação entre os modelos em seqüência semi-aleatória.

Essa fase de treino de discriminação simples e reversões de discriminação, então, foi finalizada com 692 tentativas, em 7 sessões.

Embora não tenha sido atingido o critério para o encerramento dessa fase de treino - o estabelecimento de uma reversão de discriminação com erro apenas na primeira tentativa – foi iniciada a fase de treino de discriminações condicionais (quando, em cada tentativa, o estímulo Branco ou o estímulo Apagado era apresentado na Área 3 e a alternação desses estímulos se dava em seqüência semi-aleatória). Essa fase de treino é representada no painel inferior da Figura 9. Em metade das tentativas dessa fase, a apresentação do estímulo Branco na Área 3 de ambas as caixas experimentais definia como correto o estímulo Azul (apresentado em uma das caixas) e como incorreto o estímulo Amarelo. Em outra metade das tentativas dessa fase, a apresentação do estímulo Apagado na Área 3 definia a contingência inversa – Amarelo funcionava como estímulo correto e Azul funcionava como estímulo incorreto. A linha escura e cheia representa a freqüência acumulada de respostas corretas (respostas ao Azul, condicionalmente à presença do estímulo Branco ou respostas ao Amarelo, condicionalmente à presença do estímulo Apagado). A linha cinza e fina, então, representa a freqüência acumulada de respostas incorretas (ao Azul, na presença de Apagado, ou ao Amarelo, na presença de Branco). Em uma parte considerável do treino, a proporção de respostas discriminadas praticamente coincidiu com a proporção de respostas incorretas. Aproximadamente entre as tentativas 73 e 134 a proporção de erros manteve-se superior à proporção de acertos. Aproximadamente entre as tentativas 165 e 285 a proporção de acertos manteve-se ligeiramente superior à proporção de erros. Contudo, ao final do treino, o número de respostas corretas foi bastante próximo ao número de respostas incorretas: 166 respostas discriminadas e 160 respostas incorretas.

A Figura 10 representa as freqüências acumuladas de respostas discriminadas e de respostas incorretas durante treino para estabelecimento de discriminações condicionais para o Sujeito S12. Na Área 3 de cada uma das caixas experimentais era apresentado um estímulo condicional (Branco ou Apagado); na Área 1 de uma caixa experimental era apresentado o estímulo de escolha Azul, na Área 1 da outra caixa era apresentado o estímulo Amarelo. A linha vertical tracejada separa as duas fases de treino definidas para esse sujeito. Na primeira fase, que era finalizada após 50 tentativas, independentemente de qualquer critério de aprendizagem, os estímulos condicionais se alternavam a cada 5 tentativas. Na segunda fase, os estímulos condicionais alternavam-se em seqüência semi-aleatória.

A primeira porção da Figura 10 mostra que ao final da primeira fase de treino a proporção de respostas discriminadas praticamente coincidiu com a proporção de respostas incorretas. A segunda porção da Figura 10, de modo semelhante, mostra que em poucos momentos do treino houve diferença nítida entre a proporção de acertos e a proporção de erros. A proporção de acertos se manteve ligeiramente maior que a proporção de erros aproximadamente entre as tentativas 115 e 165, mas, desde esse momento até o final do treino, as duas proporções praticamente coincidiram. Assim, o treino do Sujeito S12 foi finalizado após 185 tentativas, sem que fosse observada alguma tendência de aumento na proporção de respostas discriminadas.

Figura 10 - Freqüência acumulada de respostas discriminadas (S+) e de respostas incorretas (S-) durante treino de discriminações condicionais para o Sujeito 12. Na presença do estímulo modelo Branco, uma resposta ao comparação Azul era definida como correta (S+). Na presença do estímulo modelo Apagado, uma resposta ao comparação Amarelo era definida como correta. O estímulo modelo era apresentado na Área 3, os estímulos de comparação eram apresentados na Área 1. A linha vertical tracejada divide duas fases de treino - na primeira fase (com 50 tentativas), a alternação do estímulo modelo era feita a cada 5 tentativas; na segunda fase de treino, os modelos alternavam-se em seqüência semi-aleatória.

DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Figura 9 – painel superior mostram que as tarefas de discriminação simples e reversões de discriminação foram aprendidas pelo Sujeito S11. Ao final desse treino, sete reversões de discriminação foram estabelecidas. Esse resultado é similar aos resultados do Experimento I, com a diferença de que no primeiro experimento o critério de aprendizagem era de 80% de acertos, enquanto no presente experimento, foi definido o critério de 6 acertos consecutivos.

O procedimento de treino definido para o Sujeito S11 foi adaptado de Pessotti (1969, 1981). Uma característica importante desse procedimento era que ainda no início do treino para estabelecimento da primeira reversão de discriminação um estímulo condicional era apresentado junto aos estímulos de escolha, de tal modo que o mesmo estímulo condicional era apresentado em todas as tentativas, até que fosse atingido o critério de aprendizagem (6 acertos consecutivos). Por outro lado, em um procedimento de emparelhamento com o modelo típico, os modelos alternam-se em uma seqüência semi-aleatória. Um desempenho obtido nessa fase inicial do treino aplicado por Pessotti não pode ser considerado um desempenho de discriminação condicional, uma vez que o responder discriminado não depende de qual estímulo condicional está sendo apresentado em cada momento. Contudo, se estímulos condicionais são apresentados ainda durante um treino de reversões de discriminação, pode-se esperar que, à medida que novas reversões são estabelecidas e um novo estímulo condicional é apresentado no início de cada treino de reversão, o responder passe a ser controlado por esse estímulo condicional. Espera-se, então, que no decorrer desse treino, a presença do estímulo condicional gradualmente se torne crítica para determinar reversões de discriminação cada vez mais rápidas.

No gráfico que representa o treino de discriminação e reversões de discriminação com o Sujeito 11, no entanto, não se observa uma redução sistemática na duração de cada novo treino de reversão, mesmo depois de quase 700 tentativas. No procedimento de Pessotti (1969, 1981) o treino completo (fases de discriminação simples, reversões de discriminação e discriminação condicional) durava, em média, cinco sessões. O treino com o Sujeito 11 durou 7 sessões.

Não se observa nesse gráfico nenhuma tendência de aprendizagem; a proporção de respostas discriminadas praticamente coincidiu com a proporção de respostas incorretas durante todo o treino.

O resultado do treino de discriminação condicional para o Sujeito S11 pode ser comparado com os resultados do estudo de Pessotti (1969, 1981), no qual foram treinadas 10 abelhas: tanto no estudo de Pessotti (1969, 1981) quanto no presente estudo, uma série de reversões de discriminação simples era seguida do treino de discriminações condicionais. Consideradas as primeiras 30 tentativas dessa fase do treino de Pessotti, a menor porcentagem de acertos foi 76,6%. Uma das abelhas treinadas emitiu apenas uma resposta incorreta em 30 tentativas (96,6% de acertos). Esse resultado sugere que o número de tentativas para o treino do Sujeito S11 do presente experimento não foi indevidamente reduzido; esse treino consistiu de 320 tentativas.

O Sujeito S12 recebeu apenas treino de discriminação condicional. Nesse procedimento, o treino consistia de uma fase inicial com 50 tentativas, com os modelos se alternando sempre a cada 5 tentativas, e uma fase em que os modelos se alternavam de modo semi-aleatório. Esse treino foi adaptado do procedimento de Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005) e, assim como o que foi obtido com o Sujeito S11 do presente experimento, produziu resultado negativo: após 185 tentativas não havia sido observado qualquer indício de aprendizagem. No estudo de

Moreno e col. (2005) o critério de aprendizagem da discriminação condicional era de 90% de acertos em um bloco de 10 tentativas. Todas as oito abelhas treinadas atingiram esse critério, após um número de tentativas que variou entre 70 e 240 tentativas. Mesmo para essa abelha cujo treino exigiu 240 tentativas para que fosse atingido o critério de aprendizagem a proporção de respostas discriminadas manteve-se consistentemente superior à proporção de respostas incorretas ao longo de todo o treino. Assim, o resultado negativo do Sujeito S12 do presente estudo não pode ser atribuído somente à pouca quantidade de treino.

Uma característica semelhante entre o estudo de Pessotti (1969, 1981) e o estudo de Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005) eram os estímulos utilizados nos treinos: lâmpadas (acesas ou apagadas) e discos feitos de material emborrachado (E.V.A.), coloridos (azuis ou amarelos). No procedimento de Pessotti (1969, 1981) em cada tentativa dois discos emborrachados da mesma cor (ambos azuis ou ambos amarelos) funcionavam como estímulo condicional, enquanto as lâmpadas (uma caixa experimental sinalizada com uma lâmpada acesa; a outra, sinalizada com a lâmpada apagada) funcionavam como estímulos de escolha. No procedimento de Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005), ao contrário, duas lâmpadas no mesmo estado (ambas acesas ou ambas apagadas) funcionavam como modelo, enquanto dois discos emborrachados (um azul; outro, amarelo) funcionavam como estímulos de comparação. No presente estudo, foram utilizados dois pares de lâmpadas coloridas; um par funcionando como modelo, outro par funcionando como estímulos de comparação.

No presente experimento, que apresentou resultados negativos nos treinos de discriminações condicionais, foram usadas seqüências de treino do estudo de Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005) ou do estudo de Pessotti (1969, 1981), os quais produziram resultados positivos. Portanto, os resultados negativos do presente estudo não podem ser explicados pelas

seqüências de treino utilizadas. Resta considerar a hipótese de que a tarefa de discriminação condicional é mais facilmente aprendida se o treino empregar estímulos constituídos por discos emborrachados e lâmpadas (Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza, 2005; Pessotti ,1969; 1981), em vez de estímulos constituídos apenas por lâmpadas (como no presente estudo).

Possivelmente, o número reduzido de sujeitos no presente experimento não tenha permitido produzir uma quantidade de dados significativos, que tornasse possível avaliar a adequação dos estímulos empregados e de outras condições de treino.

EXPERIMENTO III- DISCRIMINAÇÕES CONDICIONAIS (LUZES E DISCOS EM E.V.A. COMO ESTÍMULOS)

O objetivo do experimento descrito a seguir foi estabelecer discriminações condicionais em aparelhos automáticos, de modo semelhante ao Experimento II.

Duas abelhas receberam treino de discriminação condicional em aparelhos automáticos em condições semelhantes quanto à quantidade de tentativas, mas com diferenças em relação à seqüência de treino.

Uma das abelhas foi treinada com estímulos emborrachados - E.V.A. (Etileno Vinil Acetato) - posicionados sobre os aparelhos. Portanto, com relação aos estímulos utilizados, esse procedimento é semelhante ao procedimento descritos em Moreno, Rocca, Oliveira e de Souza (2005)

A outra abelha foi treinada a discriminar entre estímulos luminosos próprios dos aparelhos automáticos, como no Experimento II da presente pesquisa.

MÉTODO

Sujeitos

Duas abelhas nas mesmas condições dos Experimento I e II.

Equipamentos e materiais

Foram utilizadas as caixas experimentais descritas nos Experimentos I e II.

Procedimento

Os procedimentos de identificação do sujeito, modelagem de pouso sobre o aparelho, modelagem da resposta de sugar no bebedouro e modelagem da resposta de pressão à barra foram aplicados conforme definições para o Experimento I.

a) Treino de discriminação simples e reversão de discriminação

Essa fase de treino foi definida apenas para o Sujeito 13.

No início de cada tentativa, dois estímulos emborrachados (um azul, outro amarelo) eram dispostos sobre os projetores correspondentes à Área 3 de cada aparelho. Nenhum estímulo era apresentado nas outras áreas (Área 1 e Área 2).

Uma resposta junto ao aparelho sinalizado com o estímulo definido como correto era conseqüênciada com 55 s de acesso ao bebedouro. Era definido um intervalo entre tentativas de 10 s.

Uma resposta junto ao aparelho sinalizado com o estímulo definido como incorreto determinava o início de intervalo de 10 s em extinção, seguindo-se outros 10 s correspondentes ao intervalo entre tentativas.

Essa fase de treino era encerrada ao ser atingido o critério de 10 acertos consecutivos.

Em seguida, tinha início o treino de reversão de discriminação, no qual o estímulo que funcionava como S+ passava a funcionar como S-, e vice-versa.

Assim como na fase anterior, o treino era encerrado ao ser atingido o critério de 10 acertos consecutivos.

b) Treino de discriminação condicional

Essa fase de treino foi definida para os Sujeitos 13 e 14.

Para o treino do Sujeito 13 foram utilizados os estímulos Azul e Amarelo, formados por discos emborrachados, dispostos, cada um, sobre o projetor correspondente à Área 3 de cada aparelho, e os estímulos Preto e Branco, formados por semicírculos emborrachados, dispostos, cada um, sobre a Área 1 (piso) de cada aparelho (Figura 11).

A cada tentativa, dois semicírculos (ambos pretos ou ambos brancos) eram dispostos sobre os aparelhos, funcionando como estímulo condicional; a Área 3 de um aparelho apresentava o estímulo Azul, enquanto a Área 3 de outro aparelho apresentava o estímulo Amarelo (esses estímulos funcionavam, então, como estímulos de comparação). A presença do estímulo condicional Branco definia como correta uma resposta junto ao aparelho sinalizado com o estímulo de escolha Azul; a presença do estímulo condicional Preto definia como correta uma resposta junto ao aparelho sinalizado com o estímulo de escolha Amarelo. Na Área 2 eram projetados estímulos Branco ou Apagado, como dica para o Experimentador posicionar os estímulos condicionais Branco ou Preto na Área 1.

A cada tentativa os estímulos podiam ser alternados, manualmente pelo experimentador, conforme seqüência definida previamente e apresentada no monitor do computador que controlava o aparato.

Para o treino do Sujeito 14, foram utilizados os estímulos produzidos pelos projetores de luz dos próprios aparelhos experimentais. O estímulo modelo era projetado na Área 2 de cada aparelho. Cada estímulo de comparação era projetado na Área 1 de cada aparelho (Figura 12).

Para ambos os sujeitos, uma resposta junto ao aparelho sinalizado com o estímulo definido como correto era conseqüênciada com 55 s de acesso ao bebedouro. Era definido um intervalo entre tentativas de 10 s.

Uma resposta junto ao aparelho sinalizado com o estímulo definido como incorreto determinava o início de intervalo de 10 s em extinção, seguindo-se outros 10 s correspondentes ao intervalo entre tentativas.

Para o Sujeito 13, o treino foi dividido em três fases. Na primeira fase de treino, o estímulo modelo era substituído a cada 5 tentativas. Na segunda fase de treino, os estímulos modelo alternavam-se em uma seqüência semi-aleatória. Na terceira fase, os estímulos modelo alternavam-se a cada 10 tentativas.

Para o Sujeito 14, o treino foi dividido em duas fases. Na primeira fase, os estímulos modelo se alternavam a cada 5 tentativas. Na segunda fase, os estímulos alternavam-se a cada 10 tentativas.

Para cada sujeito o treino era encerrado depois de cerca de 500 tentativas.

Para o Sujeito 13, foram aplicadas 7 sessões de treino. Para o Sujeito 14 foram aplicadas 3 sessões de treino. Cada sessão durava aproximadamente 8 horas.

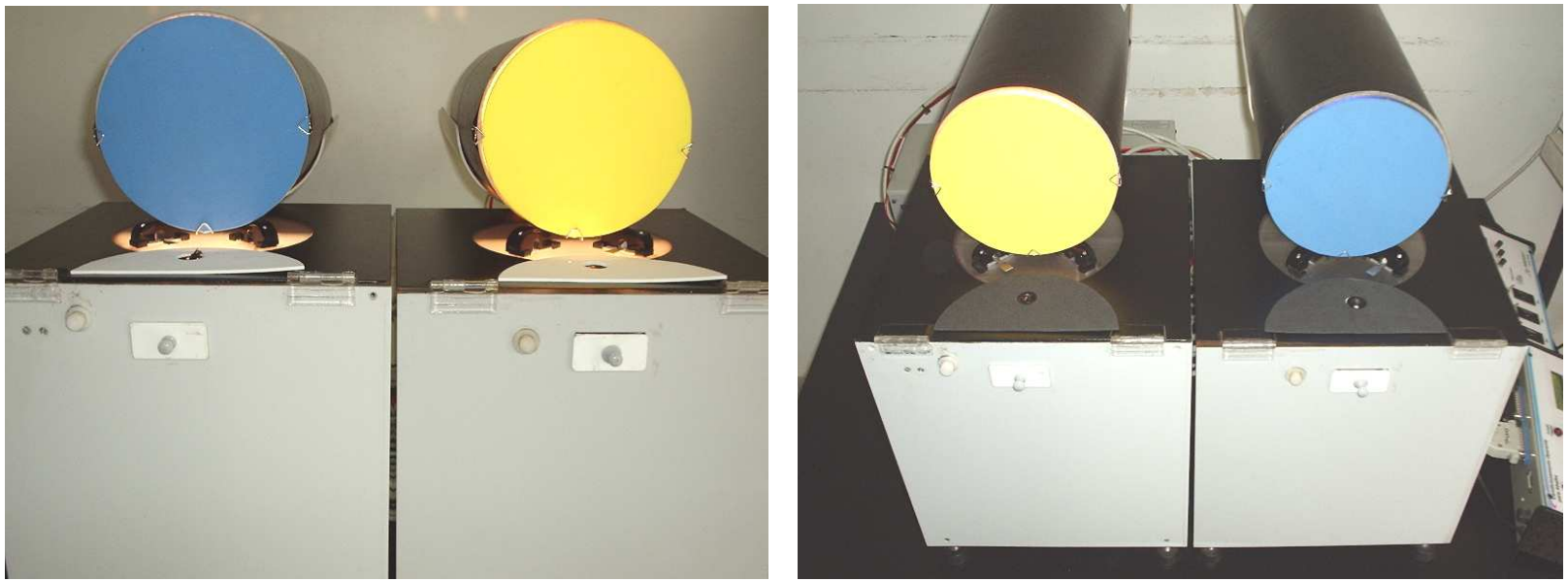


Figura 11. Situação experimental para o Sujeito 13, com estímulos formados por discos ou semicírculos emborrachados dispostos sobre as áreas de projeção de luz dos aparelhos. Painel esquerdo: tentativa de treino de discriminação condicional com o modelo Branco, apresentado na Área 1 de cada caixa experimental, e os comparações Azul (S+) e Amarelo (S-), apresentados, cada um, na Área 3 de cada caixa. Painel direito: tentativa de treino de discriminação condicional com o modelo Preto e comparações Amarelo (S+) e Azul (S-). Os estímulos podiam ser alternados manualmente, a cada tentativa, pelo experimentador. A resposta operante (pressão à barra) era registrada automaticamente. As Áreas 2 e 3 podiam projetar luzes, para orientar o experimentador na mudança dos estímulos.

Figura 12. Situação experimental para o Sujeito 14. Painel superior: tentativa de treino de discriminação condicional com o modelo Branco, apresentado na Área 2 de cada caixa experimental, e os comparações Azul (S+) e Amarelo (S-), apresentados, cada um, na Área 1 de cada caixa experimental. Painel inferior: tentativa de treino de discriminação condicional com o modelo Apagado e os comparações Amarelo (S+) e Azul (S-). Todo o aparato era controlado automaticamente, por uma interface ligada a um computador.

RESULTADOS

A Figura 13 apresenta o gráfico de discriminação simples e reversão para o Sujeito 13. As linhas escuras e grossas representam as curvas acumuladas de respostas discriminadas (na fase de discriminação ou na fase de reversão). As linhas finas e claras representam as curvas acumuladas de respostas incorretas.

Cada linha vertical tracejada representa o momento do treino em que foi atingido o critério de 10 respostas corretas consecutivas (na fase de discriminação ou na fase de reversão). O critério de aprendizagem da discriminação simples foi atingido após 155 tentativas. O critério de reversão de discriminação foi atingido após 59 tentativas.

A Figura 14 apresenta o gráfico de discriminação condicional para o Sujeito 13. A linha escura e grossa representa a curva acumulada de respostas discriminadas e a linha fina e clara representa a freqüência acumulada de respostas incorretas. As linhas verticais tracejadas dividem três diferentes fases do treino, conforme o modo como os estímulos modelo se alternavam. Durante a primeira fase, com 60 tentativas, os estímulos modelo se alternavam a cada 5 tentativas. Nessa porção do gráfico, a curva acumulada de respostas discriminadas praticamente coincide com a curva de respostas incorretas. A segunda porção do gráfico representa a fase de treino em que os estímulos modelo eram alternados em uma seqüência semialeatória. A partir do início dessa fase, aproximadamente, a proporção de respostas discriminadas passou a aumentar em relação à proporção de respostas incorretas. Ao final dessa fase, 63% das respostas eram discriminadas. Na terceira fase de treino, os estímulos alternavam-se a cada 10 tentativas. A proporção de acertos manteve-se estável em relação à proporção de erros até a finalização do treino, com 62% de respostas discriminadas de um total de 458 tentativas.

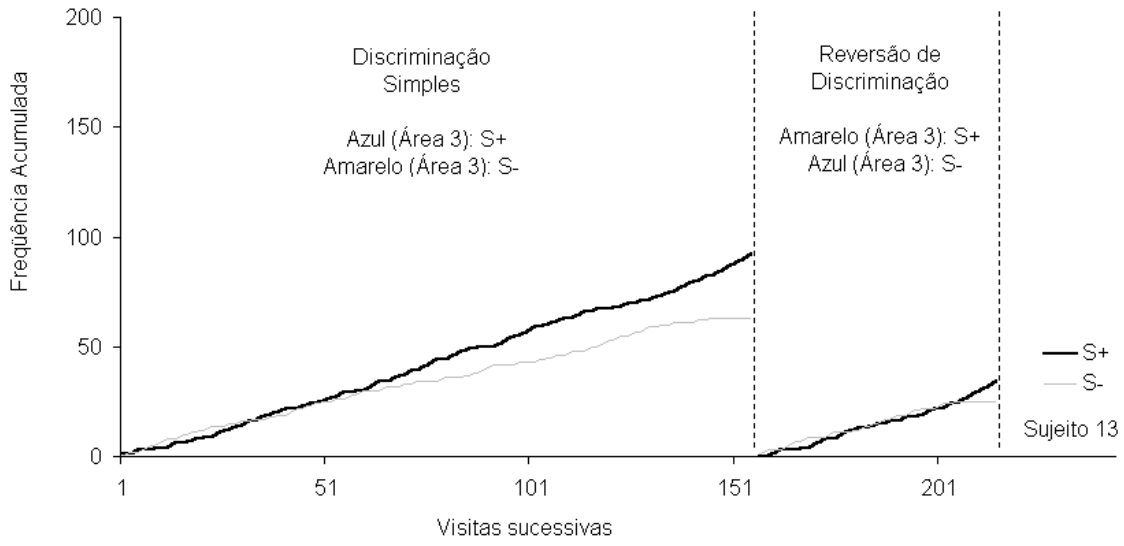


Figura 13. Freqüência acumulada de respostas discriminadas e respostas incorretas durante treino de discriminação simples e reversão de discriminação para o Sujeito 13. O critério de aprendizagem era 10 respostas corretas consecutivas, para ambas as fases de treino. Os estímulos eram formados por discos emborrachados coloridos, posicionados sobre os aparelhos automáticos - os estímulos eram alternados manualmente a cada tentativa, mas a resposta operante (pressão-à-barra) era registrada automaticamente.

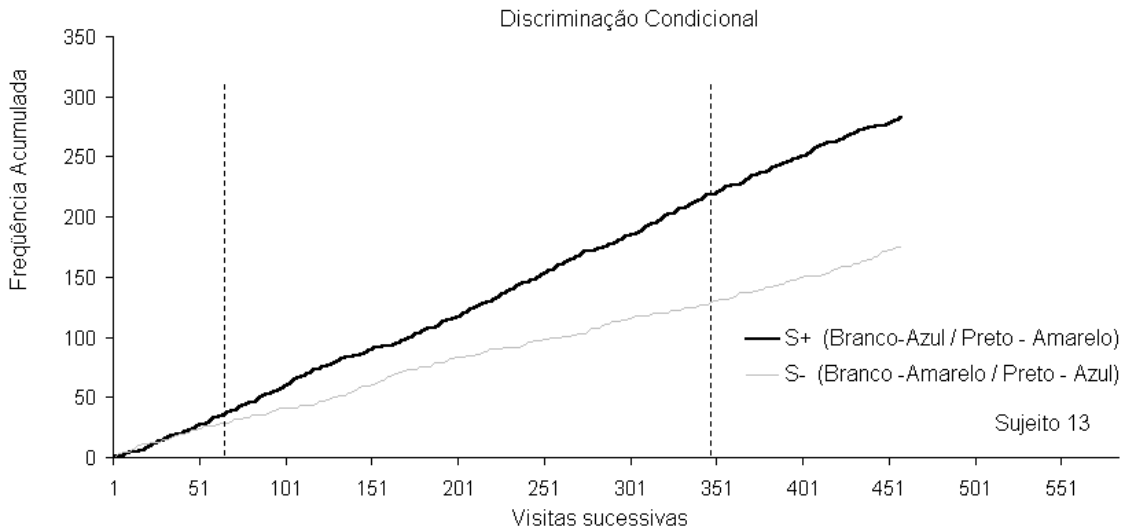


Figura 14. Freqüência acumulada de respostas discriminadas e respostas incorretas durante treino de discriminação condicional com o Sujeito 13. Os estímulos eram formados por discos emborrachados coloridos, posicionados sobre os aparelhos automáticos - os estímulos eram alternados manualmente a cada tentativa, mas a resposta operante (pressão-à-barra) era registrada automaticamente. Os estímulos modelo (Branco ou Preto) eram apresentados na Área 1 e os estímulos de comparação (Azul e Amarelo) eram apresentados na Área 3. As linhas verticais tracejadas representam três diferentes fases do treino. Na primeira fase, os estímulos modelo eram alternados a cada 5 tentativas. Na segunda fase, os modelos alternavam-se em seqüência semi-leatória. Na terceira fase, os estímulos alternavam-se a cada 10 tentativas.

A Figura 15 apresenta o gráfico de discriminação condicional para o Sujeito 14. A linha escura e grossa representa a freqüência acumulada de respostas discriminadas e a linha fina e clara representa a freqüência acumulada de respostas incorretas.

A linha vertical tracejada divide duas fases de treino. Na primeira fase, com 315 tentativas, os estímulos modelo alternavam-se a cada 5 tentativas. Na segunda fase, os estímulos modelo alternavam-se a cada 10 tentativas.

Ao longo do treino, a curva de respostas discriminadas praticamente coincidiu com a curva de respostas incorretas. Entre as tentativas 100 e 150, aproximadamente, houve um pequeno aumento na proporção de respostas discriminadas, ocorrendo o mesmo por volta da tentativa de número 300 e ao final do procedimento. O treino foi finalizado com 575 tentativas, com uma porcentagem de acertos igual a 51,6%.

A Figura 16 apresenta curvas acumuladas de respostas discriminadas considerando-se, separadamente, respostas discriminadas na presença de um modelo e respostas discriminadas na presença de outro modelo para o Sujeito 13. A curva escura e grossa representa a freqüência acumulada de respostas discriminadas apenas em tentativas que apresentavam o estímulo modelo Preto (ou seja, o sujeito escolhia o comparação Amarelo). A curva fina e clara representa a freqüência acumulada de respostas discriminadas apenas na presença do modelo Branco (respostas corretas ao comparação Azul). Em um treino de discriminação condicional hipotético, com todas as respostas discriminadas, as duas curvas seriam coincidentes. Em outro caso, a maior proporção de respostas corretas na presença de um modelo do que de outro indicaria a aprendizagem de apenas uma relação treinada, ou então preferência por um dos estímulos discriminativos, ou ainda alguma relação de controle não identificada.

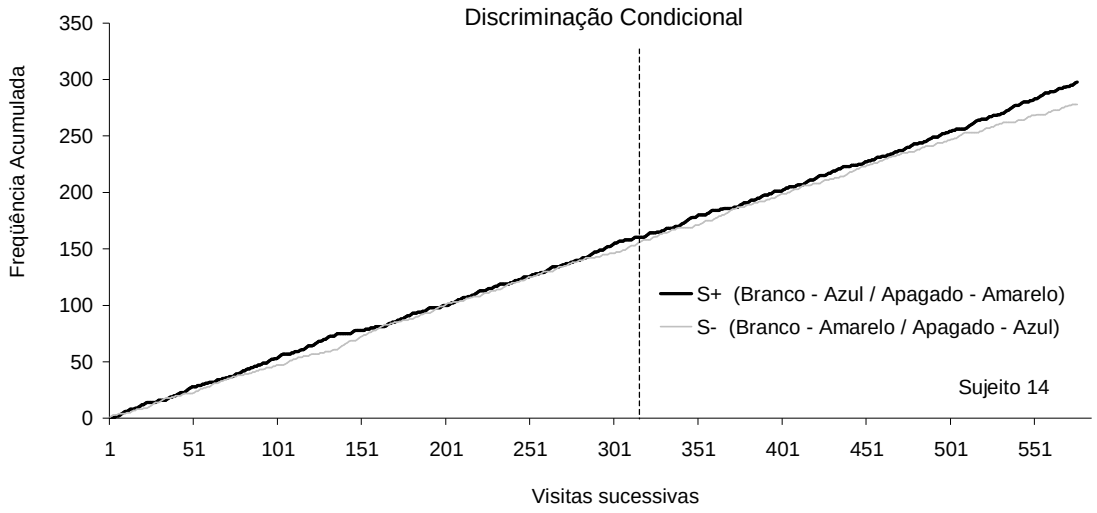


Figura 15. Freqüência acumulada de respostas discriminadas e respostas incorretas durante treino de discriminação condicional com o Sujeito 14. Os estímulos eram formados por lâmpadas coloridas (acesas ou apagadas) e eram alternados automaticamente a cada tentativa. A resposta operante (pressão à barra) era registrada automaticamente. Os estímulos modelo (Branco ou Apagado) eram apresentados na Área 1 e os estímulos de comparação (Azul e Amarelo) eram apresentados na Área 3. A linha vertical tracejada separa duas fases do treino: na primeira fase, os estímulos modelo era alternados a cada 5 tentativas; na segunda fase, os estímulos modelo eram alternados a cada 10 tentativas.

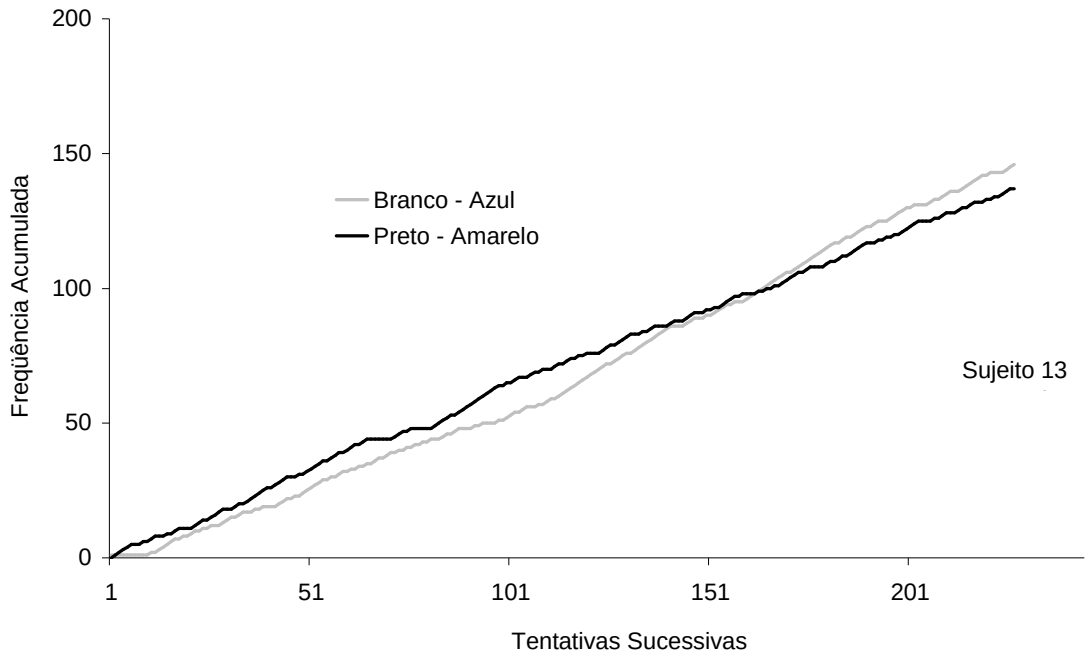


Figura 16. Freqüência acumulada de respostas para as relações condicionais definidas como corretas (Branco - Azul; Preto - Amarelo) para o Sujeito 13. Os estímulos eram formados por discos emborrachados coloridos, posicionados sobre os aparelhos automáticos - os estímulos eram alternados manualmente a cada tentativa, mas a resposta operante (pressão-à-barra) era registrada automaticamente. O estímulo condicional era posicionado na Área 1 de cada caixa experimental. Cada estímulo de comparação era disposto na Área 3 de uma caixa experimental (ver Figura 11). A presença do estímulo Branco definia como correto o comparação Azul; a presença do estímulo Preto definia como correto o comparação Amarelo.

Para o Sujeito 13, a proporção de respostas discriminadas na presença do modelo Preto foi semelhante à proporção de respostas discriminadas na presença do modelo Branco ao longo do treino, com algumas pequenas variações. Até a metade do treino, aproximadamente, a proporção de respostas corretas em tentativas com o modelo Preto manteve-se maior do que a proporção de respostas discriminadas na presença do modelo Branco, quando houve uma inversão nessa diferença, a qual se manteve até o final do treino.

A Figura 17 apresenta a curva acumulada de respostas discriminadas na presença do modelo Apagado - quando o comparação correto era Amarelo - (linha escura e grossa) e a curva acumulada de respostas discriminadas em tentativas com o modelo Branco - quando o comparação correto era Azul – (linha clara e fina) para o Sujeito 14. A proporção de respostas discriminadas na presença do modelo Apagado foi maior do que a proporção de respostas discriminadas na presença do modelo Branco ao longo de todo o treino. Essa proporção foi maior entre as tentativas 20 e 50, aproximadamente, e a partir da tentativa 200 até o final do treino.

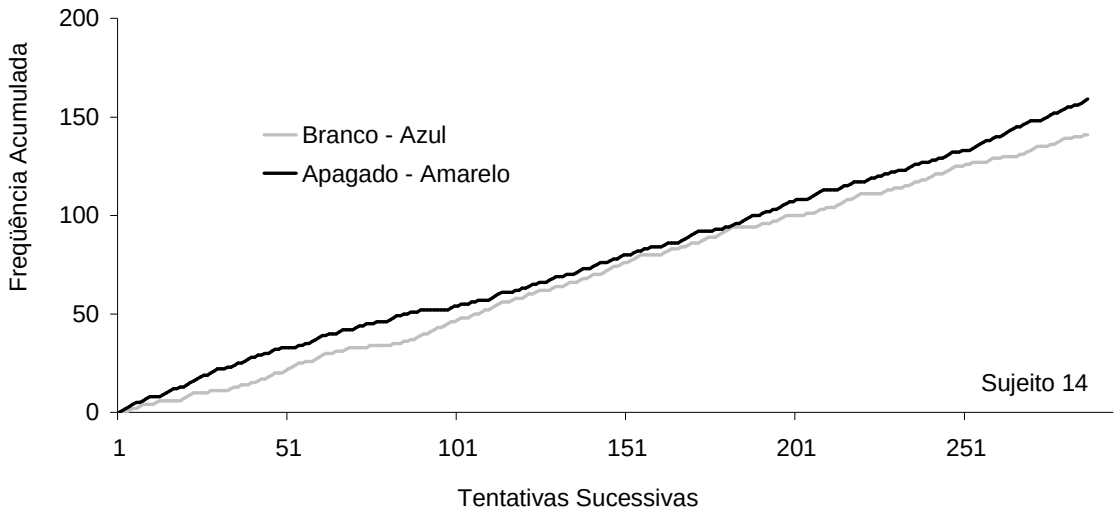


Figura 17. Freqüência acumulada de respostas para as relações condicionais definidas como corretas (Branco - Azul; Apagado - Amarelo) para o Sujeito 14. Cada estímulo era formado por uma lâmpada (acesa – azul, amarela ou branca - ou apagada) e os estímulos eram alternados automaticamente a cada tentativa. A resposta operante (pressão à barra) era registrada automaticamente. Os estímulos modelo (Branco ou Apagado) eram apresentados na Área 2 e os estímulos de comparação (Azul e Amarelo) eram apresentados na Área 1 (ver Figura 12).

DISCUSSÃO

A Figura 13 mostra que as tarefas de discriminação simples e reversão de discriminação foram aprendidas pelo Sujeito 13. Esse resultado confirma dados anteriores sobre discriminação simples entre estímulos apresentados na Área 3 dos aparelhos automáticos descritos neste estudo. A tarefa pode ser aprendida. No entanto, de modo semelhante ao que foi observado em experimentos anteriores, o treino exige um número bastante elevado de tentativas para que seja estabelecida a aprendizagem. O critério de aprendizagem foi atingido somente depois de 155 tentativas. Foram necessárias 59 tentativas para se atingir o critério de aprendizagem na tarefa de reversão. Esse valor pode ser considerado razoável, considerando-se o tempo de treino necessário para a aplicação dessas tentativas, mas ainda relativamente alto, se comparado aos desempenhos obtidos com estímulos emborrachados apresentados na Área 1.

A Figura 14 representa o desempenho em discriminação condicional para o mesmo Sujeito 13. Esse resultado pode ser considerado o primeiro que apresenta algum indício de discriminação condicional em aparelhos automáticos utilizados neste estudo. Depois de apenas 50 tentativas, aproximadamente, a curva de respostas discriminadas se destacou da curva de respostas incorretas e manteve uma pequena aceleração ao longo de vários momentos. Ao final do treino, eram registradas 62% de respostas corretas. Dados anteriores sobre discriminação condicional com os aparelhos automáticos descritos mostram curvas de respostas discriminadas sempre vizinhando o nível do acaso.

A Figura 15 apresenta o desempenho do Sujeito 14 em treino de discriminação condicional. Após um treino com cerca de 100 tentativas a mais do que o treino com o Sujeito 13, nenhum indício de aprendizagem foi observado.

Se o resultado obtido com o Sujeito 13 for considerado positivo (por exemplo, em relação ao dado obtido com o Sujeito 14), pode-se levantar a hipótese de que o fator crítico para esse desempenho foi o treino prévio na tarefa de discriminação simples e reversão (o Sujeito 14 não recebeu esse treino). Entretanto, dados do Sujeito 11 (Experimento II) mostram resultados negativos na tarefa de discriminação condicional, mesmo depois de extensos treinos com sucessivas reversões de discriminação simples.

O procedimento aplicado ao Sujeito 13 apresenta uma característica nova em relação ao treino de discriminação condicional empregado em experimentos anteriores: como estímulos condicionais foram utilizados discos emborrachados em vez de estímulos luminosos. Deve-se ter em conta que discriminação simples entre estímulos formados por discos emborrachados é aprendida mais rapidamente do que a discriminação simples entre estímulos luminosos. No estudo de Moreno (2003, Experimento I) quatro abelhas treinadas a discriminar entre um disco azul e um disco amarelo (em EVA) atingiram o critério de 10 acertos consecutivos após 35 tentativas, em média, e quatro abelhas treinadas a discriminar entre um disco preto e um disco branco (também em EVA) atingiram esse critério de aprendizagem após 35,5 tentativas, em média. Esses desempenhos foram, portanto, consideravelmente superiores aos desempenhos dos treinos de discriminação simples entre luz azul e luz amarela ou entre lâmpada acesa e lâmpada apagada, estabelecidos no Experimento I do presente estudo.

As Figuras 16 e 17 apresentam curvas de respostas discriminadas, separadamente, para tentativas com cada estímulo modelo. Esses resultados poderiam facilitar a identificação de relações de controle mais específicas. Sidman (1980) discutiu diferentes tipos de desempenhos que podem ser produzidos em um treino de discriminação condicional. Por exemplo, um sujeito pode aprender a responder consistentemente, na presença de um determinado estímulo

condicional, ao estímulo de comparação definido como correto, mas responder sempre a apenas um dos operandos (por exemplo, chave esquerda) na presença do outro modelo. Ou então, pode apresentar um desempenho acurado na presença de um dos modelos e manter um desempenho ao nível do acaso com o outro modelo. Para esses dois casos hipotéticos, a porcentagem de acertos estaria sempre em torno de 75%. Se o desempenho desses sujeitos não fosse analisado considerando-se, isoladamente, as duas relações condicionais treinadas, não seria improvável a conclusão de que esses dados se referem a discriminações condicionais bem estabelecidas.

Como exemplo, poderia ter sido estabelecido no treino do Sujeito 13 um desempenho hipotético com 75% de acertos de tal modo que essa abelha, na presença do estímulo condicional Branco, respondesse sempre ao estímulo de comparação Azul (100% de acertos) e, na presença do estímulo condicional Apagado, apresentasse um responder indiscriminado (50% acertos). Entretanto, a Figura 14 não sugere controle privilegiado por um dos estímulos condicionais: a proporção de respostas discriminadas se manteve semelhante para as duas relações condicionais treinadas.

Em relação ao modo como os modelos se alternavam em diferentes fases de treino, os dados parecem pouco conclusivos. As curvas acumuladas da Figura 14 sugerem que o desempenho se tornou mais acurado na fase em que os modelos se alternavam em seqüência semialeatória. A mudança para a fase em que modelos se alternavam a cada 10 tentativas parece não ter produzido nenhum efeito sobre o desempenho dessa abelha, ou que produziu um pequeno decréscimo na proporção de respostas incorretas.

Para o Sujeito 14, o responder se manteve indiscriminado, na fase em que os modelos se alternavam a cada 5 tentativas ou na fase em que os modelos se alternavam a cada 10 tentativas.

O procedimento aplicado ao Sujeito 14 também apresenta uma característica nova: os estímulos foram apresentados nas Áreas 1 e 2 (em vez de serem apresentados nas Áreas 1 e 3). Embora não seja possível comparar adequadamente o resultado desse treino com dados anteriores, parece mais razoável supor que esse resultado negativo foi devido mais às propriedades dos estímulos utilizados (estímulos luminosos) do que à posição em que foram apresentados.

EXPERIMENTO IV- DISCRIMINAÇÕES SIMPLES ENTRE ESTÍMULOS COMPOSTOS E TESTE DE GENERALIZAÇÃO

Com a avaliação dos melhores resultados obtidos nos Experimentos I, II e III da presente pesquisa, foram consideradas algumas alterações experimentais em relação à posição e à modalidade desses estímulos: esses resultados indicavam que os estímulos são mais efetivos se posicionados próximos ao bebedouro (ou próximos aos operandos) e indicavam que os estímulos formados por superfícies emborrachadas são mais efetivos que os estímulos formados por luzes. Assim, foi considerado um arranjo experimental em que os estímulos, formados por discos emborrachados, fossem apresentados como estímulos compostos. Cada disco seria dividido em dois semicírculos. Por exemplo, a presença de um semicírculo branco em ambos os discos definiria como correta a escolha do disco composto por um semicírculo branco e um semicírculo azul; em outra tentativa, a presença de um semicírculo preto em ambos os discos definiria como correta a escolha do disco com um semicírculo preto e um semicírculo amarelo. Uma vez que o centro de um disco seria posicionado exatamente sobre o bebedouro de uma caixa experimental, todos os estímulos (estímulos condicionais ou estímulos de escolha) seriam posicionados sempre à mesma distância em relação ao bebedouro. A linha que dividiria cada disco em duas metades poderia ser voltada em direção ao operando e, do mesmo modo, não haveria diferença de distância entre cada estímulo e o operando. Contudo, tendo em conta a inexistência de dados sobre discriminações condicionais a partir estímulos compostos em abelhas e a observação de que pequenas variações nas posições dos estímulos têm grande efeito no controle discriminativo, decidiu-se realizar um estudo preliminar a respeito do controle exercido por componentes de estímulos compostos empregados em um treino de discriminação simples.

A avaliação precisa de quais propriedades de um estímulo controlam o responder em um treino de discriminação entre estímulos compostos pode ser importante para definir quais dessas propriedades (ou combinações de propriedades) facilitam o estabelecimento de relações condicionais entre os seus componentes.

No procedimento descrito a seguir, foram aplicados treinos de discriminação simples entre estímulos compostos. Em tentativas de teste, componentes eram apresentados isoladamente. Para cada sujeito, diferentes combinações de componentes foram treinadas, com o objetivo de avaliar como o responder a componentes específicos dependia das combinações utilizadas no treino.

MÉTODO

Sujeitos

Quatro abelhas nas mesmas condições dos Experimentos I, II e III.

Equipamentos e materiais

Foram empregadas simultaneamente duas caixas experimentais, conforme Experimentos I, II e III. Neste experimento, as áreas de projeção de luz foram utilizadas apenas como referência para a disposição de estímulos de outro material. Foram utilizados como estímulos discos emborrachados (E.V.A.). Cada estímulo composto, com 4 cm de diâmetro, era formado por dois discos concêntricos (componentes). Em um composto, o componente externo possuía área igual à área do disco interno. Cada componente de um estímulo composto apresentava a cor azul, amarelo, preto ou branco (ver Figura 18). Assim como nos experimentos anteriores, aqui os estímulos são descritos conforme são percebidos pela visão humana normal.

Neste procedimento, os estímulos emborrachados eram dispostos sobre a Área 1 dos aparelhos. A posição dos estímulos em cada tentativa era controlada manualmente, pelo experimentador, conforme rotina programada no *software* que controlava o aparato, apresentada no monitor de um computador. Todavia, o restante da contingência era controlado automaticamente; uma tentativa tinha seqüência com uma resposta de pressão à barra, a qual era registrada automaticamente. Do mesmo modo, a apresentação do estímulo reforçador podia ocorrer automaticamente, conforme contingência definida no *software*.

Procedimento

Os procedimentos de identificação do sujeito, modelagem de pouso sobre o aparelho, modelagem da resposta de sugar no bebedouro e modelagem da resposta operante eram aplicados conforme definições para os Experimentos I, II e III.

Figura 18. Situação experimental durante treino de discriminação entre os estímulos compostos Branco (disco externo)-Azul (disco interno) e Preto (disco interno)-Amarelo (disco interno) (Experimento IV). Os estímulos eram formados por discos emborrachados e eram alternados pelo experimentador a cada tentativa, conforme protocolo. A resposta operante (pressão-à-barra) era registrada automaticamente.

a) Estabelecimento de discriminação simples e teste de generalização

Após o reforçamento de cerca de 30 respostas de pressão à barra, era iniciado o treino de discriminação simples entre dois estímulos compostos, posicionados sobre a Área 1 das duas caixas experimentais. Para cada sujeito, foram definidas diferentes combinações de treino (Tabela 4). Em tentativas de treino, eram sempre apresentados dois estímulos (um S+; outro, S-), cada um formado por dois discos concêntricos. Em tentativas de teste, eram apresentados um disco externo que fazia parte (no treino) do estímulo definido como S+ e um disco externo que fazia parte (no treino) do estímulo definido como S- (Teste 1), ou um disco interno que fazia parte do S+ e um disco interno que fazia parte do S- (Teste 2). Somente para o Sujeito 15, foram aplicados outros dois tipos de teste: tentativas em que cores previamente correlacionadas ao reforço apareciam em posições diferentes (por exemplo, disco interno azul, durante o treino; disco externo azul, durante teste).

Quando ocorria uma resposta à barra da caixa experimental sinalizada com o estímulo composto definido como correto, o acesso ao bebedouro era automaticamente liberado por 55 segundos. Após esse período, era finalizado o acesso ao bebedouro e a tentativa era encerrada. Era definido um período de 10 s de intervalo entre tentativas. Em seguida, a posição dos estímulos (aparelho esquerdo ou aparelho direito) podia ser trocada pelo experimentador, conforme o que era definido para a tentativa seguinte.

Quando ocorria uma resposta à barra da caixa experimental sinalizada com o estímulo composto definido como incorreto, o bebedouro era mantido inacessível por 10 s.

Essa configuração era mantida por outros 10 segundos, correspondentes ao intervalo entre tentativas. Após esses 20 segundos, tinha início outra tentativa.

Tentativas desse tipo compunham blocos de 10 tentativas de linha de base.

Tabela 4

Estímulos de treino e teste para as quatro abelhas do Experimento 4.

	Treino S+ S-	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4
Sujeito 15					
Sujeito 16				-	-
Sujeito 17				-	-
Sujeito 18				-	-

O treino prosseguia até que fosse atingindo o critério de 90% de acertos em um bloco de linha de base. Em seguida, era aplicado um bloco de teste, contendo de 1 a 3 sondas de generalização, inseridas entre tentativas de linha de base.

Em uma tentativa de sonda, a resposta era seguida de extinção. Os estímulos de teste eram mantidos sobre os aparelhos por 20 s. Ao final desse intervalo, iniciava-se uma tentativa de linha de base (nunca eram aplicadas duas sondas consecutivamente).

Se a porcentagem de respostas corretas em tentativas de linha de base fosse inferior a 90% durante um bloco de teste, esse bloco seria seguido por um bloco de treino, até que o critério de aprendizagem fosse atingido novamente. Se a porcentagem de acertos em tentativas de linha de base em um bloco de teste fosse igual ou superior a 90%, esse bloco seria seguido por outro bloco de teste. Esse procedimento continuava até que fossem aplicadas todas as sondas programadas.

No decorrer do experimento, considerou-se que o critério para aplicação de um bloco de teste não garantia estabilidade da linha de base. Então, a partir do segundo bloco de teste aplicado à segunda abelha desse experimento (Sujeito 16), decidiu-se aplicar o critério de 4 ou menos erros em três blocos (de treino ou de teste) consecutivos. Além disso, a partir do treino do Sujeito 16, decidiu-se aplicar apenas duas sondas por bloco de teste.

Cada abelha recebeu de duas a três sessões diárias, com aproximadamente 8 horas de duração.

RESULTADOS

A Figura 19 apresenta os gráficos com as porcentagens de respostas discriminadas em tentativas de treino para os Sujeitos 15, 16, 17 e 18. Os blocos de treino (apenas com tentativas de linha de base) e os blocos de teste (sondas de generalização interespaçadas entre tentativas de linha de base) são representados ambos por barras em cinza (indistintamente).

Para o Sujeito 15, os blocos de teste continham de 1 a 3 sondas de generalização, inseridas entre 7, 8 ou 9 tentativas de linha de base. Para os Sujeitos 16, 17 e 18, os blocos de teste eram sempre formados por 2 sondas inseridas entre 8 tentativas de linha de base.

No primeiro bloco de treino do Sujeito 15 foram registradas 5 tentativas corretas e 5 tentativas incorretas. A partir do segundo bloco de treino, com 80% de acertos, a porcentagem de acertos foi sempre igual ou superior a 70%. O oitavo bloco de treino apresentou 100% de acertos e foi seguido de 7 blocos de teste. A porcentagem de acertos em tentativas de linha de base durante os blocos de teste foi sempre igual ou superior a 90%. Para o Sujeito 15, o treino foi finalizado após duas sessões de treino, com um total de 15 blocos de tentativas (treino ou teste).

O primeiro bloco de teste foi aplicado ao Sujeito 16 depois de três blocos de treino. Durante esse bloco de teste, que se seguiu a um bloco de treino com 100% de respostas corretas, a porcentagem de acertos em tentativas de linha de base caiu para 60%. Depois disso, foram necessários 11 blocos de treino para que a linha de base recuperasse a estabilidade e fosse aplicado outro bloco de teste. O gráfico do Sujeito 16 é o que apresenta maior instabilidade da linha de base. Note-se que a porcentagem de acertos no 18º bloco foi de apenas 60%. Contudo, os blocos 19 e 20 (de treino) apresentaram 100% de acertos e foram seguidos por dois blocos de

teste, também com 100% de acertos em tentativas de linha de base. Para o Sujeito 16, o treino foi finalizado após três sessões de treino, com um total de 22 blocos de tentativas (treino ou teste).

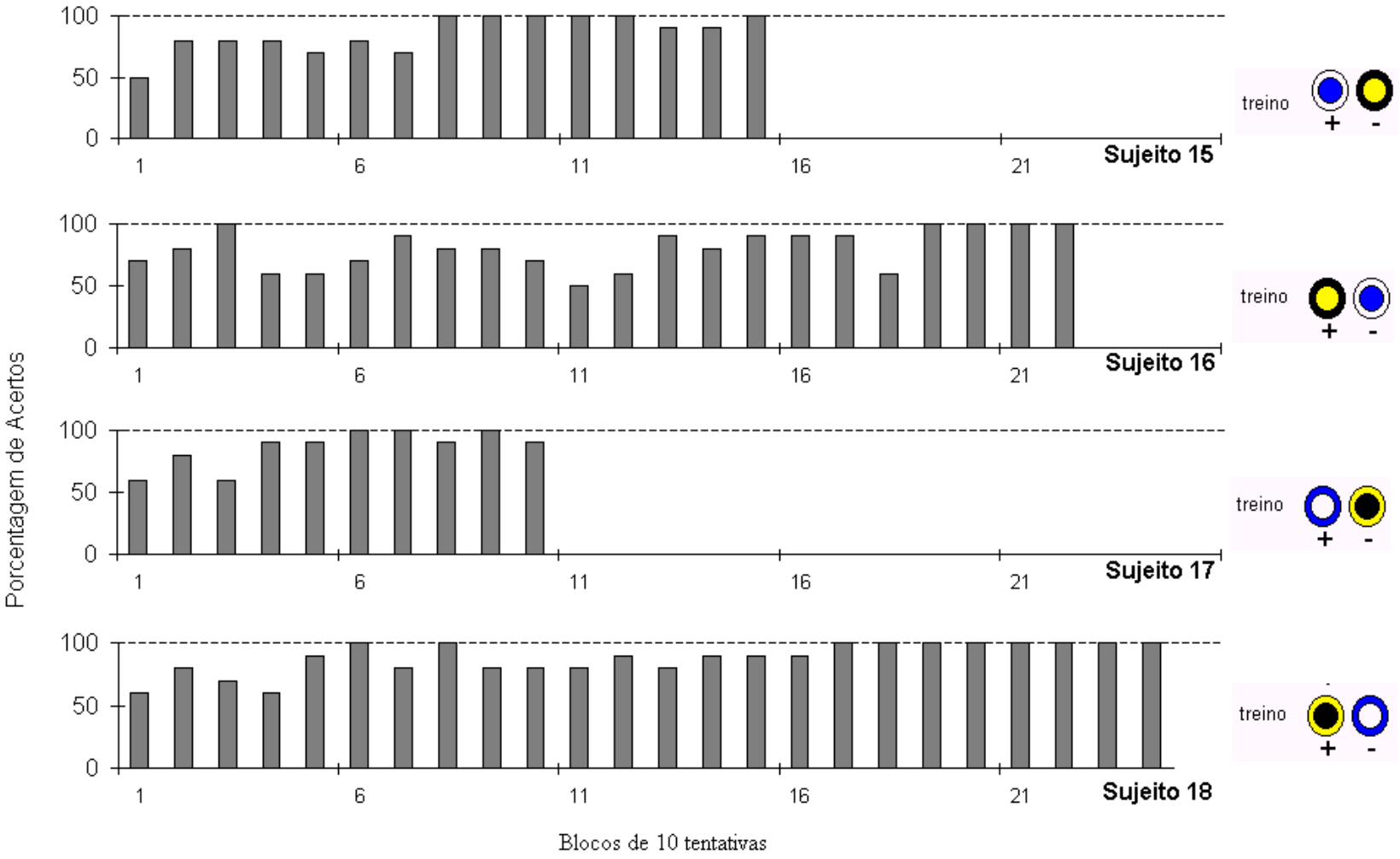


Figura 19. Desempenho em tentativas de linha de base dos Sujeitos 15, 16, 17 e 18 durante treino de discriminação entre estímulos compostos e durante teste de generalização

O primeiro bloco de treino do Sujeito 17 apresenta 60% de respostas corretas. Foi seguido por um bloco com 80% de acertos e, depois, por um bloco com 60% de acertos. A partir do 4º bloco, a porcentagem de acertos mínima foi de 90%. Depois de 6 blocos de treino, foram aplicados 4 blocos de teste, com um total de apenas dois erros em tentativas de linha de base. O procedimento todo foi aplicado até o final da segunda sessão.

O primeiro bloco de treino do Sujeito 18 apresentou 60% de acertos. Foi seguido por três blocos de treino com porcentagens de acertos iguais a 80%, 70% e 60%. A partir do 5º bloco de treino, a porcentagem de acertos mínima foi de 80%. Embora o critério o para aplicação de um bloco de teste tenha sido atingido já no 7º bloco, o treino com blocos de linha de base continuou até o 17º bloco. O primeiro bloco de teste, então, foi aplicado em seguida a três blocos de treino com porcentagens de acerto iguais a 90%, 90% e 100%. A partir do 17º bloco, foram aplicados 4 blocos de treino e 4 blocos de teste, sem nenhum erro em tentativas de linha de base. Foi aplicado um total de 24 blocos de tentativas (de linha de base ou de teste) e o procedimento todo foi encerrado ao final da segunda sessão.

A Tabela 5 apresenta o desempenho das quatro abelhas em sondas de generalização.

Para o Sujeito 15, foram utilizados no treino os estímulos compostos Branco (disco externo)-Azul (disco interno), com a função de S+; e os estímulos Preto (disco externo)-Amarelo (disco interno) com a função de S-. Em tentativas do Teste 1, quando os discos externos Branco e Preto eram apresentados, o sujeito coerentemente escolheu o disco Branco em 3 tentativas, mas escolheu o disco Preto na 3ª sonda desse tipo. Em tentativas do Teste 2, quando eram apresentados os disco internos Azul e Amarelo, o Sujeito 15 escolheu o disco Azul, de modo coerente à linha de base, em todas as quatro sondas.

Tabela 5

Estímulos de treino e desempenho em tentativas de teste - acertos (C) e erros (E) - para as quatro abelhas do Experimento 4.

		S+	S-								
Sujeito 15	Treino										
	Testes			C	C	E	C		C	C	C	C
				C	C	C	C		C	C	C	C
Sujeito 16	Treino										
	Testes			C	E	C	C				
				E	E	C	C				
Sujeito 17	Treino										
	Testes			C	C	C	E				
				C	C	C	C				
Sujeito 18	Treino										
	Testes			C	C	C	C				
				C	E	C	C				

Apenas para o Sujeito 15 foram aplicados outros dois testes. Em tentativas do Teste 3, eram apresentados um disco Azul e um disco Amarelo, não na posição interna (como ocorria em tentativas de treino), mas na posição externa. Assim, a escolha coerente do estímulo Azul indicaria que o responder estava sob controle da propriedade cor, independentemente da posição que ocupava cada cor (disco interno ou disco externo). De modo semelhante, em tentativas do Teste 4, eram apresentados dois discos internos; um Branco e o outro Preto (em tentativas de treino, essa cores apareciam nos discos externos). Em todas as sondas do Teste 3, o Sujeito 15 escolheu consistentemente o disco externo Azul; em todas as sondas do Teste 4, de modo coerente à linha de base, escolheu o disco interno branco.

Para o Sujeito 16, foram utilizados no treino os estímulos compostos Preto (disco externo)-Amarelo (disco interno), com a função de S+, e os discos Branco (disco externo)-Azul (disco interno), com a função de S-. Em tentativas do Teste 1, quando os discos externos Preto e Branco eram apresentados, o sujeito coerentemente escolheu o disco Preto em 3 tentativas, e escolheu o disco Branco na 2ª sonda. Em tentativas do Teste 2, quando eram apresentados os disco internos Amarelo e Azul, o Sujeito 16 respondeu coerentemente ao disco Amarelo em 2 das 4 tentativas desse tipo.

Para o Sujeito 17, foram utilizados no treino os estímulos compostos disco Azul (externo)-disco Branco (interno), com a função de S+, e disco Amarelo (externo)-Preto (interno), com a função de S-. Em tentativas do Teste 1, quando os discos externos Azul e Amarelo eram apresentados, o sujeito coerentemente escolheu o disco Azul em 3 tentativas, e escolheu o disco Amarelo na 4ª sonda. Em tentativas do Teste 2, quando eram apresentados os disco internos Branco e Preto, o Sujeito 17 respondeu coerentemente ao disco Branco em todas as tentativas.

Para o Sujeito 18, foram utilizados no treino os estímulos compostos disco Amarelo (externo)-disco Preto (interno), com a função de S+, e disco Azul (externo)-Branco (interno), com a função de S-. Em tentativas do Teste 1, quando os discos externos Amarelo e Azul eram apresentados, o sujeito respondeu coerentemente ao estímulo Amarelo em todas as tentativas. Em tentativas do Teste 2, quando eram apresentados os discos internos Branco e Preto, o Sujeito 11 respondeu coerentemente à linha de base ao estímulo Preto em 3 tentativas, mas escolheu o estímulo Branco na 2ª tentativa.

DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Figura 19 mostram que a tarefa de discriminação simples entre os estímulos compostos foi aprendida rapidamente. Por exemplo, todos os sujeitos apresentaram 80% de respostas corretas logo no segundo bloco de 10 tentativas.

Para os Sujeitos 15, 17 e 18, a aplicação das sondas de generalização parece não ter afetado a linha de base de um modo consistente. Para o Sujeito 15, após a aplicação do primeiro bloco de teste, foram aplicados outros seis blocos de teste, tendo sido registradas, ao todo, apenas duas respostas incorretas em 54 tentativas de linha de base. Para o Sujeito 17, foram registradas duas respostas incorretas em 32 tentativas de linha de base, desde a aplicação do primeiro bloco de teste. Para o Sujeito 18, desde a aplicação do primeiro bloco de teste, a linha de base manteve-se estável, de um modo notável: foram registradas 62 respostas corretas consecutivas em tentativas de linha de base.

Para o Sujeito 17, por outro lado, a perda de linha de base ocorreu em vários momentos do treino. Após o terceiro bloco de treino, foi aplicado o primeiro bloco de teste, quando foi registrado apenas 60% de acertos em tentativas de linha de base. Esse dado sugere que a aplicação do bloco de teste provocou a perda de linha de base. Mas, também é possível supor que o desempenho ruim nesse quarto bloco foi devido apenas a pouca quantidade de treino. Outro dado que sustenta a hipótese de que, nesse procedimento, a aplicação das sondas não foi o fator mais importante na deterioração de uma linha de base é o fato de que, para o Sujeito 16, após a aplicação do primeiro bloco de teste, a linha de base manteve-se instável ao longo de 11 blocos de treino. Parece pouco provável que a aplicação de apenas duas sondas tenha sido responsável por essa perda tão persistente.

A Tabela 5 apresenta o desempenho dos sujeitos em sondas de generalização. Duas abelhas erraram apenas uma dentre oito sondas de generalização. O Sujeito 15 errou apenas uma entre as 16 sondas aplicadas. O dado menos consistente refere-se ao Sujeito 16, que errou 3 entre 8 sondas de generalização.

Em uma tentativa típica, após pressionar a barra, uma abelha caminhava em direção ao estímulo (cujo centro coincidia com a abertura do bebedouro), atravessava a área que coincidia com o disco externo e parava finalmente sobre o bebedouro, circundado pelo disco interno. A principal questão colocada por este experimento dizia respeito à hipótese de que a posição de um componente em um estímulo composto seria um fator importante para este exercesse maior controle sobre o responder. Por exemplo, um componente apresentado como disco interno poderia se tornar mais saliente (exercer maior controle) pelo fato de coincidir com a área do bebedouro. Por outro lado, seria possível supor que um componente apresentado como disco externo ganhasse saliência por ser o primeiro componente com o qual a abelha entra em contato. Essa questão é bastante relevante na medida em que dados prévios produzidos neste laboratório mostraram que a posição dos estímulos é um fato fundamental para o controle do responder. Por exemplo, uma tarefa de discriminação simples será aprendida mais rapidamente se os estímulos forem apresentados na Área 1, mas será mais demorada, embora possível, se os estímulos forem apresentados na Área 3.

Os estímulos compostos também poderiam ter sido arranjados como discos bipartidos (dois semicírculos contíguos). Com tal arranjo, seria esperado que a posição de cada componente ("esquerdo" ou "direito") não fosse variável importante no controle discriminativo. Contudo, no presente estudo pretendia-se justamente verificar o papel da posição de um estímulo em relação ao bebedouro (centro da figura) e em relação à primeira área com a qual a abelha entrava em

contato (área mais externa). Com os compostos arranjados como discos bipartidos, cada "metade" seria posicionada sempre à mesma distância em relação ao centro. A probabilidade de uma abelha pousar sobre uma "metade" do estímulo antes de entrar em contato com a outra "metade" (ou não entrar em contato com a outra "metade") seria a mesma para qualquer componente. Por essa razão, foram utilizados os estímulos arranjados como discos concêntricos e não como discos bipartidos.

De um modo geral, os dados mostram que o responder era controlado por todos os componentes dos estímulos compostos utilizados durante o treino.

Comparando-se os resultados do Teste 1 (com discos externos) e do Teste 2 (com discos internos), nota-se que o número de erros foi igual: 3 erros em ambos os testes. Esse dado sugere, então, que a posição de um estímulo em relação ao bebedouro, considerando a configuração de estímulos adotada neste experimento, não foi fator crítico para o estabelecimento de uma discriminação. Entretanto, existe a possibilidade de que um disco externo perderia controle sobre o responder se o estímulo composto fosse aumentado de tal modo que o disco externo fosse posicionado a uma distância maior em relação ao bebedouro. Deve-se ter em conta que, neste experimento, um disco externo estava bastante mais próximo do bebedouro do que estaria um estímulo apresentado na Área 3. Por outro lado, esse dado também mostra que a posição ocupada pelo disco interno (junto ao bebedouro) não garante necessariamente um controle maior sobre o responder.

Sobre a posição dos estímulos, outra hipótese diz respeito à posição em relação aos operandos. É razoável supor que um estímulo será mais saliente se for posicionado próximo ao operando. No presente experimento, a borda do disco externo distava cerca de 1 cm da barra. Para essa configuração, assim como a posição junto ao bebedouro parece não ter sido um fator

crítico, do mesmo modo a posição próxima à barra parece não ter garantido um controle privilegiado sobre o responder.

Esses dados também podem ser comparados considerando-se as cores dos componentes, independentemente das relações espaciais (disco externo ou disco interno). De modo semelhante ao que se observou em relação à propriedade posição, a propriedade cor parece não ter sido um fator fundamental para controlar o desempenho nos testes: o número de erros com componentes em azul ou amarelo foi igual ao número de erros com componentes em branco ou preto.

Poderia ser esperado que os desempenhos variassem conforme o contraste entre as duas cores que formavam cada estímulo composto, na situação de treino, ou pelo contraste entre um componente e o fundo (piso de uma caixa experimental), na situação de teste. Por exemplo, o composto amarelo-preto poderia ser mais discriminativo que o composto azul-branco. Contudo, a mesma análise aplicada ao efeito das variáveis *cor* e *posição* pode ser aplicada à variável *contraste*: os resultados não indicam diferenças significativas de desempenho conforme o contraste entre dois entre dois componentes ou conforme o contraste entre um componente isolado e o fundo.

Os desempenhos em tentativas de teste parecem consistentes com os desempenhos de linha de base. O pior desempenho de teste correspondeu ao pior desempenho de treino – Sujeito 16. Esse resultado indica que poderiam ser produzidos dados melhores em teste se fossem estabelecidas linhas de base mais estáveis.

Em resumo, os dados do presente experimento sugerem que os estímulos compostos utilizados são adequados para que o responder fique sob controle de todos os componentes. Esse resultado, então, pode ser interpretado como um requisito para o estabelecimento de relações condicionais a partir de estímulos compostos, por exemplo, a partir de um procedimento semelhante ao de Debert, Matos e McIlvane (2007).

CONCLUSÃO

Os resultados do Experimento I indicam que podem ser estabelecidas discriminações simples entre quaisquer estímulos luminosos disponíveis nos aparelhos automáticos (Azul, Amarelo, Branco e Apagado), quando os estímulos são dispostos na Área 1 (piso de cada aparelho) ou quando são dispostos na Área 3 (projeção vertical na parte posterior de cada aparelho). Entretanto, a discriminação entre os estímulos Branco e Apagado ou entre estímulos apresentados na Área 3 pode ser bastante demorada ou pode não ocorrer mesmo depois de um número elevado de tentativas.

Com os Experimentos II e III mostrou-se que a tarefa de discriminação condicional dificilmente pode ser estabelecida com os parâmetros definidos no início desta pesquisa. Três abelhas receberam treino de discriminação condicional sem que nenhum indício de aprendizagem fosse obtido. Com outra abelha que recebeu esse treino, no entanto, foi observado algum indício de aprendizagem, com a proporção de respostas discriminadas oscilando em torno de 62% ao final do treino. Contudo, deve-se notar que essa proporção de acertos continuou estável mesmo depois de um número bastante elevado de tentativas, sem que se observasse qualquer tendência de aumento dessa proporção.

No Experimento IV foram estabelecidas discriminações simples entre estímulos compostos em treinos bastante rápidos. Com o teste de generalização, foi demonstrado que todos os componentes dos estímulos compostos podiam adquirir controle sobre o responder. Foi estabelecido controle por todas as cores utilizadas (azul, amarelo, preto e branco) em ambas as posições (disco externo ou disco interno). Esse resultado parece valioso na medida em que treinos de discriminação simples com outras espécies podem estabelecer controle por algumas propriedades do estímulo, mas não por outras (por exemplo, Reynolds, 1961; Iversen, Sidman, &

Carrigan, 1986). Se com os estímulos do Experimento IV fosse conduzido um treino de discriminação condicional a partir de estímulos compostos (como no estudo de Debert e col.), mas não fossem obtidos resultados positivos, seria menos razoável a hipótese de controle privilegiado por um determinado estímulo ou por uma determinada posição.

Pessotti (1969, 1981) empregou uma seqüência de treino que iniciava com uma discriminação simples, seguida por reversões de discriminação. Logo na primeira reversão de discriminação simples, eram apresentados os estímulos que posteriormente deveriam adquirir função condicional. Seguiam-se reversões de discriminação conforme o critério de 6 acertos consecutivos, até que uma nova reversão iniciasse com 4 acertos consecutivos. Em seguida tinha início uma fase de treino em que os estímulos condicionais alternavam-se em uma seqüência aleatória. Um número elevado de respostas corretas nessa fase indicaria seguramente o estabelecimento da discriminação condicional. Por outro lado, no procedimento de Moreno e col., a seqüência de treino consistia de uma fase inicial em que 5 blocos de 5 tentativas apresentando um estímulo condicional se intercalavam a 5 blocos de 5 tentativas apresentando o outro estímulo condicional. Após essas 50 tentativas, invariavelmente era iniciada uma fase de treino em que duas tentativas apresentando um estímulo condicional eram seguidas de duas tentativas apresentando outro estímulo condicional. Dessa vez era observado um critério de aprendizagem: a fase seguinte (em que os estímulos condicionais se alternavam em seqüência aleatória) era iniciada após 10 tentativas com apenas um erro, no máximo. No estudo de Pessotti, foram estabelecidas discriminações em 10 abelhas, em um procedimento que durava, em média, 5 sessões. No estudo de Moreno e col., foram estabelecidas discriminações condicionais em 8 abelhas, em um procedimento que durava, no máximo, duas sessões. Ou seja, esses dois estudos produziram resultados relativamente semelhantes. Contudo, notam-se duas importantes

diferenças em relação ao procedimento: a) eram aplicados treinos de discriminação simples e reversões de discriminação antes da aplicação do treino de discriminação condicional (com os estímulos condicionais alternando-se em seqüência aleatória) no procedimento de Pessotti, mas não no procedimento de Moreno e col.; b) os estímulos condicionais se alternavam segundo um critério de aprendizagem no estudo de Pessotti, mas não no estudo de Moreno e col.

Na presente pesquisa, alguns sujeitos receberam uma seqüência de treino que se assemelha ao procedimento de Pessotti (1969, 1981) por apresentar treino de discriminação simples e reversão discriminação antes do treino de discriminação condicional. Outros sujeitos, receberam treino semelhante ao treino de Moreno e col. - não havia treino de discriminação simples e reversão e, durante o treino de discriminação condicional, os estímulos condicionais alternavam-se em blocos de tentativas (sem critérios de aprendizagem) ou alternavam-se em seqüência aleatória.

Para seis sujeitos do Experimento I, os estímulos discriminativos eram apresentados na Área 1 e, além disso, um outro estímulo era apresentado na Área 3. Com esse procedimento, adaptado de Pessotti (1969, 1981), esperava-se favorecer o estabelecimento de controle condicional pelo estímulo apresentado na Área 3, ainda nessa fase de reversões sucessivas de discriminação simples. Contudo, para nenhum sujeito foi observada a tendência de redução do número de tentativas para cada nova reversão: aparentemente os estímulos apresentados na Área 3 não adquiriram controle condicional.

No Experimento II um dos sujeitos recebeu treino de discriminação condicional que se seguiu a uma discriminação simples e reversões de discriminação. Outro sujeito recebeu treino de discriminação condicional conforme seqüência de treino de Moreno e col. (2005). Essa seqüência de treino também foi aplicada a um dos sujeitos do Experimento III. O Sujeito 13, para o qual foi

estabelecido o melhor desempenho em discriminação condicional, recebeu treino de discriminação simples e uma reversão de discriminação. Considerando-se principalmente os dados do Experimento II, pode-se concluir que, ao menos nessas condições experimentais, os dois tipos de seqüência de treino tiveram pouco efeito sobre a aquisição do desempenho pretendido. Se os resultados relativamente positivos do Sujeito 13 podem ser atribuídos ao treino prévio em discriminação simples e reversão, então seria esperado que o Sujeito 11, após sete reversões de discriminação (em quase 700 tentativas), apresentasse algum indício de aprendizagem na tarefa de discriminação condicional.

Para os Sujeitos 11 e 12, o estímulo condicional era apresentado na Área 3 e os estímulos de comparação eram apresentados na Área 1. Para o Sujeito 13, o estímulo modelo era apresentado na Área 1 e os comparações eram apresentados na Área 3. Para o Sujeito 14, o estímulo modelo era apresentado na Área 2 e os estímulos de comparação eram apresentados na Área 1. Possivelmente o emprego de um número maior de sujeitos permitiria relacionar os desempenhos em discriminação condicional às áreas em que os estímulos eram apresentados. Entretanto, o elevado número de tentativas de treino para todos os sujeitos dos Experimentos II e III sugere que a posição do estímulo condicional e dos estímulos de comparação, conforme os arranjos disponíveis, não foi fator preponderante na aprendizagem da tarefa.

No estudo de Moreno e col. (2005), a aplicação de toda a contingência era controlada manualmente, enquanto no estudo de Pessotti (1969, 1981) apenas a apresentação dos estímulos condicionais era controlada manualmente. Para os Experimentos I e II da presente pesquisa, toda a contingência era controlada automaticamente, via interface ligada a um computador. No Experimento III, para um dos sujeitos a apresentação dos estímulos era controlada manualmente, mas, para outro sujeito, toda a contingência era controlada automaticamente. No Experimento IV,

apenas a apresentação dos estímulos era controlada manualmente. Seria esperado, então, que o procedimento de Moreno e col. (2005) fosse o mais passível de falhas experimentais, enquanto o melhor controle experimental seria esperado para o presente procedimento. Assim, é pouco provável que os resultados negativos atuais sejam explicados pela hipótese de falha de controle experimental.

Uma característica importante e comum aos estudos de Moreno e col. (2005), Pessotti (1969, 1981) e à presente pesquisa refere-se ao esquema de reforçamento: em todos os casos foi empregado o esquema de reforçamento contínuo. Portanto, não cabe uma hipótese que considere esse aspecto da contingência como fator para explicar os dados negativos atuais.

Além das hipóteses até aqui discutidas, resta considerar a possibilidade de que as diferenças entre os resultados desses estudos são devidas a diferenças entre os estímulos empregados na tarefa de discriminação condicional. Em comum, os procedimentos de Pessotti (1969, 1981) e de Moreno e col. (2005) usaram discos em E.V.A. e lâmpadas como estímulos. No presente estudo, por outro lado, foram empregados apenas estímulos luminosos ou apenas discos em E.V.A. no treino de discriminação condicional. Possivelmente, os estímulos em E.V.A. são mais favoráveis à tarefa de discriminação condicional. Essa hipótese parece ser confirmada pelos resultados do Sujeito 13 (Experimento III), com o qual foram utilizados estímulos em E.V.A. na tarefa de discriminação condicional. Os resultados de Pessotti e Carli-Gomes (1981) também sugerem essa interpretação: para as três espécies de abelhas utilizadas naquele estudo, os desempenhos em discriminação simples entre discos azul e amarelo foram consideravelmente superiores aos desempenhos de discriminação entre lâmpada acesa e lâmpada apagada.

Nesse sentido, o Experimento IV foi definido admitindo-se como favoráveis o uso de estímulos em material emborrachado, apresentados (como compostos) na posição correspondente

à Área 1 de cada caixa experimental. Embora não seja possível prever a viabilidade da aplicação de um procedimento de treino de discriminação condicional a partir de estímulos compostos, os resultados do Experimento IV sugerem que esse arranjo pode tornar mais efetivo o controle de todos os estímulos definidos para uma tarefa de discriminação condicional.

O projeto inicial desta pesquisa previa o estabelecimento de discriminações condicionais e um teste de emergência de relações simétricas. Contudo, nenhum teste desse tipo foi aplicado, uma vez que não foram estabelecidas linhas de base acuradas ou estáveis.

Em resumo, os dados indicam que as condições experimentais atuais são adequadas para o estabelecimento de discriminações simples e reversões de discriminação em melíponas, mas também indicam que são ainda insuficientes para o estabelecimento de discriminações condicionais. Os dados também sugerem a necessidade de outros estudos que investiguem o papel de algumas variáveis tais como as propriedades físicas dos estímulos e o modo como são posicionados nas caixas experimentais.

REFERÊNCIAS

Barros, R. S., Galvão, O. F. & Fontes, J. C. S. (1996). Um teste de simetria após treino de relações condicionais de posição com macaco *Ateles paniscus paniscus*. *Acta Comportamentalia, 4*(2), 181-204

Boacnin, C. (1995). *Discriminação de Formas Reais e Ilusórias em Abelhas*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Psicologia da Universidade de São Paulo. São Paulo.

Catania, A. C. (1999). *Aprendizagem: Comportamento, Linguagem e Cognição*. Porto Alegre: Artmed.

Cornsweet, T. N. (1970). *Vision perception.* New York: Academic Press.

Cumming, W. W. & Berryman, R. (1965). The complex discriminated operant: Studies of matching-to-sample. Em D. I. Mostofsky (Org.), Stimulus generalization (pp. 284-330). Stanford, CA.: Stanford University Press.

De Rose, J. C. (1993). Classes de estímulos: implicações para uma análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa, 9* (2), 283-303.

Debert, P., Matos, M. A., McIlvane, W. (2007). Conditional relations with compound abstract stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 87,* 89-96.

Frank, A. F., & Wasserman, E. A. (2005). Associative symmetry in the pigeon after sucessive matching-to-sample training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 84,* 147-165.

Giurfa, M., Zhang, S., Jenett, A., Menzel, R., & Srinivasan, M. V. (2001). The concepts of ‘sameness’ and ‘difference’ in an insect. *Nature, 410,* 930-932.

Hertz, M. (1929). Figural perception in bees. Em Ellis, W. D. *A sourcebook of Gestalt Psychology,* London, Kegan Paul, T. T. and Co., Select 21, 253-263.

Iversen, I. H., Sidman, M., & Carrigan, P. (1986). Stimulus definition in conditional discriminations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 45,* 297–304.

Kamil, A. C. & Sacks, R. A. (1972). Three-configuration matching-to-sample in the pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 17,* 483-488.

Kanizsa, G. (1955). Margini - Quasi-percettivi in campi con stimolazione omogena. *Rivista di Psicologia, 49,* 7-30.

Kerr, W. E. (1969). Some aspects of the evolution of social bees. *Evolutionary biology, 3* (4), 119-175.

Lipkens, R., Kop, P. F. M., & Matthijs, W. (1988). A test of symmetry and transitivity in the conditional discrimination of pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 49,* 395-409.

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,* 111-126.

Mattoso, A. I. C., Passador, E. C., & Magila, P. (2000*). Discriminação simples e condicional em abelhas (Melipona quadrifasciata).* Relatório científico submetido à FAPESP.

Menzel, R., Ventura, D. F., Werner, A., Joaquim, L. C. M., Backhaus, W. (1989). Spectral sensitivity of single photoreceptors and color-vision in the stingless bee, melipona-quadrifasciata. *Journal of Comparative Physiology A- Sensory Neural and Behavioral Physiology, 166 (2),* 151-164.

Michael, J. (1982). Distinguishing between discriminative and motivational functions of stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 37*, 149-155.

Moreno, A. M. (2003). Aprendizagem relacional em meliponas: definindo condições experimentais apropriadas para o estabelecimento de discriminações condicionais (*Melipona quadrifasciata*). Relatório científico submetido ao CNPq.

Moreno, A. M., & de Souza, D. G. (2003). *Discriminação simples entre padrões em preto e branco e entre cores com abelhas* (*Melipona quadrifasciata*). Em: XI Congresso de Iniciação Científica da UFSCar.

Moreno, A. M., Rocca, J. Z., Bernardino Jr., & de Souza, D. G. (2002) *Aprendizagem discriminativa em abelhas (Melipona quadrifasciata)*: 2. Cores, padrões e critérios de aprendizagem. In: X Congresso de Iniciação Científica da UFSCar.

Moreno, A. M., Rocca, J. Z., Oliveira, L. M., & de Souza, D. G. (2005). Discriminações condicionais entre estímulos visuais e testes de simetria em melíponas. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento, 1* (2), 207-229.

Pessotti, I. (1964). Estudo sobre aprendizagem e extinção em *Apis mellifera*. *Jornal Brasileiro de Psicologia, 1* (2), 97-100.

Pessotti, I (1967a). Aprendizagem de discriminação como um critério de classificação de abelhas. *Revista Interamericana de Psicologia, 1* (3), 177-187.

Pessotti, I. (1967b). Inversões de discriminação com dois "*manipulanda*" em *Melipona (M) rufiventris. Revista de Psicologia Normal e Patológica, 3-4*, 171-182.

Pessotti, I. (1969). *Discriminação em Melipona (Micherenia) rufiventris Lepertier*. Tese de Doutorado. Departamento de Psicologia Social e Experimental da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. São Paulo.

Pessotti, I. (1981). Aprendizagem em abelhas. VI – Discriminação condicional em *Melipona rufiventris*. *Revista Brasileira de Psicologia*, *41* (4), 681-693.

Pessotti, I., & Carli-Gomes, M. J. (1981). Aprendizagem em abelhas. III: Discriminação com três tipos de estímulos visuais. *Revista Brasileira de Biologia*, *41* (3), 667-672.

Pessotti, I., & Lé Senechal, A.M. (1981). Aprendizagem em abelhas. I – Discriminação simples em 11 espécies. *Acta Amazonica*, *11* (3), 653-658.

Reynolds, G. S. (1961). Attention in the pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *4*, 203-208.

Schusterman, R. J., & Kastak, D. (1993). A California sea lion (*Zalophus califonianus*) is capable of forming equivalence relations. *The Psychological Record*, *43*, 823-839.

Sidman, M. (1980). A note on the measurement of conditional discrimination. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *33*, 285-289.

Sidman, M. (1992). Adventitious control by the location of comparison stimuli in conditional discriminations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *58*, 173-182.

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*, 5-22.

Stromer, R., & Stromer, J. B. (1990a). The formation of arbitrary stimulus classes in matching to complex samples. *The Psychological Record*, *40*, 51-66.

Stromer, R., & Stromer, J. B. (1990b). Matching to complex stimulus: Further study of arbitrary stimulus classes. *The Psychological Record*, *40*, 505-516.

Tomonaga, M. (1993). Tests for control by exclusion and negative stimulus relations of arbitrary matching to sample in a "*symetry-emergent*" chimpanzee. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 59*, 215-229.

von Frisch, K. (1914). Der Farben und Formensinn der Bienen. *Zoologische Jahrbücher (Physiologie), 35*, 1-188.

Zentall, T. R., & Hogan, D. E. (1975). Concept learning in the pigeon: transfer to new matching and nonmatching stimuli. *American Journal of Psychology, 88*, 233 – 244.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo