

EMPARELHAMENTO POR IDENTIDADE EM ABELHAS DO GÊNERO *MELIPONA*

(*M. QUADRIFASCIATA* E *M. RUFIVENTRIS*)

IDENTITY MATCHING TO SAMPLE IN MELIPONA BEES OF THE GENUS *MELIPONA*

(*M. QUADRIFASCIATA* E *M. RUFIVENTRIS*)

A. M. MORENO & D. G. SOUZA

ANTONIO MAURICIO MORENO E DEISY DAS GRAÇAS DE SOUZA

(UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS)

RESUMO

Poucos estudos com abelhas empregaram o procedimento de emparelhamento com o modelo (*matching-to-sample*, ou MTS), tipicamente empregado com outros animais no ensino de relações entre estímulos. Na literatura sobre aprendizagem discriminativa em abelhas, encontram-se vários estudos com operárias da espécie *Apis mellifera*, porém existem poucos estudos desse tipo com abelhas de outras espécies. O objetivo deste estudo foi estabelecer relações de identidade em um procedimento de MTS, usando-se como sujeitos duas espécies de abelhas do gênero *Melipona*. Foi usado um labirinto em “Y”, de tal modo que o estímulo modelo era apresentado na sua entrada e dois estímulos de comparação eram dispostos nas suas saídas. Eram treinadas as relações de identidade entre estímulos visuais azul-azul e amarelo-amarelo. Quatro dentre cinco abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* e quatro dentre seis abelhas da espécie *Melipona rufiventris* aprenderam a tarefa. Os resultados estendem a generalidade do responder por identidade em não-humanos.

Palavras-chave: Emparelhamento com o modelo, emparelhamento por identidade, abelhas, *Melipona quadrifasciata*, *Melipona rufiventris*.

ABSTRACT

Previous studies with honeybees used matching-to-sample (MTS) procedure to establish relations between stimuli. Several studies on discriminative learning in honeybees have reported the use of *Apis mellifera*, but only a few studies have used other species, such as bees of the genus *Melipona*. The objective of the present study was to establish identity relations using a Y-maze apparatus in two species of honeybees. Both groups received training on blue-blue and yellow-yellow visual identity relations. Four of five *Melipona quadrifasciata* bees and four of six *Melipona rufiventris* bees learned the task. Our results extend the generality of responding controlled by identity relations in nonhumans.

Keywords: matching-to-sample, identity matching, *Melipona quadrifasciata*, *Melipona rufiventris*.

O procedimento de emparelhamento por identidade (*Identity Matching-to-Sample*) tem sido usado para verificar a formação do conceito de igualdade em humanos (Kelly, Green, & Sidman, 1998; Levin, & Maurer, 1969; Saunders, & Sherman, 1986; Stromer, & Stromer, 1989) e não-humanos (Barros, Galvão, & McIlvane, 2002; Cumming, & Berryman, 1961). Tipicamente, uma tentativa de treino é iniciada com a apresentação de um estímulo modelo; uma resposta a este estímulo é seguida pela apresentação de dois ou mais estímulos de comparação. Uma resposta ao estímulo de comparação idêntico ao modelo é seguida de reforço, enquanto respostas a estímulos diferentes são colocadas em extinção. O conceito de igualdade é, de fato, verificado quando a escolha do estímulo de comparação idêntico ao modelo ocorre com estímulos inéditos – teste de “identidade generalizada” (Barros et al., 2002). Por exemplo, em uma fase inicial do procedimento, diante do modelo verde, o sujeito aprende a escolher o estímulo de comparação verde, em vez do vermelho; e, diante do modelo vermelho, aprende a escolher o comparação vermelho, em vez do verde. Em uma fase posterior do procedimento, podem ser apresentadas, por exemplo, tentativas de teste em extinção nas quais, diante do modelo “quadrado”, o sujeito escolhe o comparação “quadrado”, em vez de “triângulo”; e, diante do modelo “triângulo”, escolhe o comparação “triângulo”, em vez de “quadrado” (ver Cumming, & Berryman, 1961).

Brown et al. (1998) ensinaram as relações de identidade verde-verde e violeta-violeta a um grupo de abelhas da espécie *Apis mellifera* (Grupo *Matching*). Outro grupo recebeu treino das relações verde-violeta e violeta-verde (Grupo *Non-Matching*). O grupo que recebeu treino de emparelhamento por identidade (Grupo *Matching*) apresentou proporções de respostas corretas significativamente acima do nível do acaso, enquanto o grupo que recebeu treino de *odddity-from-sample* (Grupo *Non-Matching*) apresentou proporções de respostas corretas significativamente abaixo do nível do acaso. Contudo, não foi conduzido um teste de identidade generalizada, com novos pares de estímulos. De modo semelhante, no presente estudo são relatados dados de ensino de relações de identidade isoladas, mas não ainda dados de identidade generalizada.

Entendendo-se comportamento simbólico como o comportamento que envolve o estabelecimento

de relações entre símbolo e referente (Bates, 1979), pode-se perguntar se esse comportamento é possível em não-humanos. Se sim, deve-se perguntar em que condições o comportamento simbólico é estabelecido. Galvão, Soares Filho, Barros e Souza (2008) argumentaram que o estabelecimento do comportamento simbólico depende de pré-requisitos, chamados pelos autores de “repertórios comportamentais pré-simbólicos”. Galvão et al. citam o emparelhamento generalizado por identidade como um desses pré-requisitos. A partir da aprendizagem de algumas relações de identidade entre estímulos, eventualmente um sujeito deixa de responder a propriedades físicas de estímulos específicos e passa a responder à propriedade abstrata de igualdade, como é descrito, por exemplo, com macacos-prego, no estudo de Barros et al. (2002), ou com abelhas, no estudo de Giurfa, Zhang, Jenett, Menzel e Srinivasan (2001). Nesse sentido, o presente estudo justifica-se pela necessidade de se investigar condições experimentais que favoreçam o estabelecimento de relações condicionais de identidade com um modelo animal e, em uma etapa posterior, permitam a aplicação de testes de identidade generalizada.

O primeiro estudo a relatar identidade generalizada em abelhas foi conduzido por Giurfa et al. (2001). 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 eram 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, e a resposta consistia em “atravessar” o estímulo (i.e., voar por um orifício no centro do estímulo). A linha de base era estabelecida depois de, no máximo, 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. A proporção de respostas corretas foi de cerca de 70%, em média, tanto no treino quanto no teste de identidade generalizada. Antes desse estudo, esse tipo de desempenho havia sido demonstrado apenas em vertebrados.

Apenas recentemente foram relatados

dados que indicam mais claramente a aquisição de identidade generalizada em pombos (Katz, & Wright, 2008; Wasserman, Hugart, & Kirkpatrick-Steger, 1995) ou em ratos (Peña, Pitts, & Galizio, 2006). O emparelhamento por identidade generalizada também foi demonstrado em outras espécies como, por exemplo, em golfinhos (Herman, & Gordon, 1974; Herman, Hovancik, Gory, & Bradshaw, 1989), leões-marinhos (Kastak, & Schusterman, 1994; Pack, Herman, & Roitblat, 1991), chimpanzés (Oden, Thompson, & Premack, 1988) e macacos-prego (Barros et al., 2002; Lima et al., 2007).

Em relação a resultados de teste de identidade generalizada, o uso do termo “conceito” justifica-se pelo fato de que o sujeito aprende a responder a apenas uma propriedade em comum entre relações, a propriedade de igualdade (Alessi, 1987; Keller, & Schoenfeld, 1950). Enquanto aprende a responder a relações entre estímulos específicos, o sujeito eventualmente aprende o comportamento de “escolher o igual”, que é generalizado e, portanto, independe de especificidades dos estímulos apresentados. Ou seja, o desempenho em um teste de identidade generalizada implica em um comportamento mais complexo, tipicamente atribuído a humanos (Keller, & Schoenfeld, 1950).

Abelhas são capazes de aprender relações condicionais entre estímulos, como relações de identidade (Brown et al., 1988), relações arbitrárias entre estímulos visuais (Cooke, Couvillon, & Bitterman, 2007; Giurfa et al., 2001; Pessotti, 1981), relações arbitrárias entre cores e aromas (Srinivasan, Zhang, & Zhu, 1998) e identidade generalizada (Giurfa et al., 2001).

O uso de sujeitos da espécie *Melipona rufiventris* é relatado em um estudo de Pessotti (1967), no qual foi estabelecida a discriminação simples entre as cores azul e amarelo e obtidas reversões de discriminação. Pessotti (1969, 1981) também relata o estabelecimento de discriminações condicionais em 10 abelhas dessa espécie. No presente estudo, seis abelhas da espécie *Melipona rufiventris* e cinco abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* receberam treino de emparelhamento por identidade. O uso de abelhas do gênero *Melipona* em estudos sobre aprendizagem é favorecido pelo fato de essas abelhas não apresentarem ferrão (ao contrário de abelhas do gênero *Apis*) e pela facilidade de manutenção das colmeias e manipulação dos sujeitos.

O objetivo do presente estudo foi investigar o estabelecimento de relações de identidade isoladas com abelhas do gênero *Melipona* e definir condições experimentais que possam favorecer o responder por identidade generalizado, como no estudo de Giurfa et al. (2001).

MÉTODO

Sujeitos

Foram utilizadas cinco abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* e seis abelhas da espécie *Melipona rufiventris*, operárias, em idade adulta, experimentalmente ingênuas. Cada colmeia, utilizada em um momento diferente da pesquisa, era instalada no Laboratório de Psicologia da Aprendizagem do Departamento de Psicologia da Universidade Federal de São Carlos.

Equipamentos e Materiais

Foi utilizada uma caixa de vidro transparente, medindo 13 X 9 X 8 cm (Figura 1). Essa caixa era disposta sobre um quadro de acrílico medindo 30 X 20 cm. Debaxo desse quadro, eram colocados dois dispositivos com bebedouro contendo solução açucarada (concentração igual a 50%), que funcionava como reforço. Junto à entrada da caixa de vidro era disposto o estímulo modelo. No interior da caixa eram dispostos os dois estímulos de comparação. O aparato era disposto sobre uma mesa posicionada a 1,5 m da colmeia.

Os dispositivos com bebedouro eram duas vasilhas de acrílico fosco medindo 12,6 X 7 X 3,5 cm (Figura 2). Cada vasilha era fechada na parte superior por uma placa metálica, que tinha um conjunto de pequenos orifícios em forma de cruz em uma das extremidades (bebedouro), onde a abelha podia inserir a glossa e sugar o xarope.

No interior de cada dispositivo do bebedouro havia um aparato metálico em forma de “T”. Em cada uma das extremidades das hastes mais curtas encontrava-se uma concha. A haste mais longa do T estendia-se para fora do bebedouro e terminava em um pegador, que podia ser girado para a direita ou para a esquerda, e permitia a manipulação pelo experimentador, aproximando ou afastando a concha do bebedouro. O posicionamento da concha era feito apenas depois que a abelha pousava sobre um dos aparelhos, para evitar que o responder fosse controlado por essa dica.

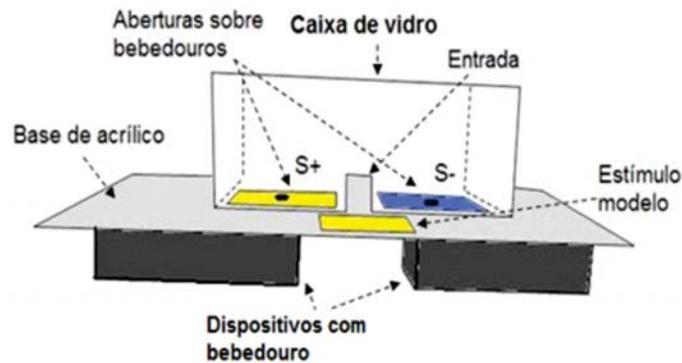
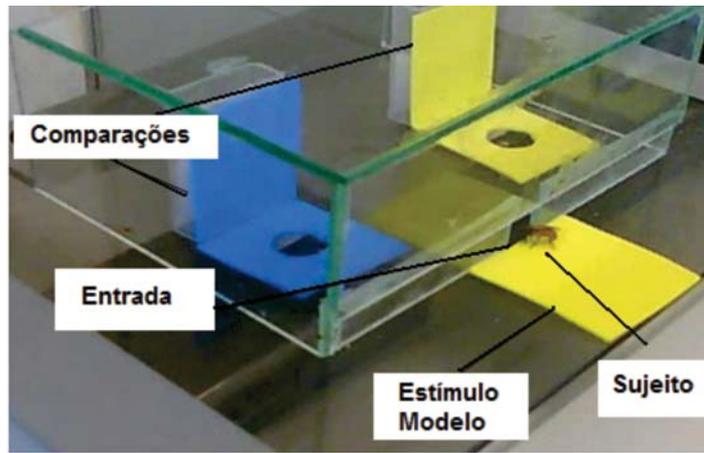


Figura 1. Situação experimental durante tarefa de emparelhamento com o modelo por identidade, usando-se cores como estímulos. Uma placa de EVA colorida (estímulo modelo) era posicionada junto à entrada de uma caixa de vidro. Outras duas placas de EVA coloridas (estímulos de comparação) eram posicionadas no interior dessa caixa. Após recolher uma pequena porção de xarope junto ao modelo, uma abelha podia entrar na caixa e ter acesso livre ao bebedouro posicionado sob o estímulo de comparação definido como correto.



Figura 2. Dispositivo do bebedouro utilizado durante o Experimento 1 (desenvolvido por Pessotti, 1967). Eram utilizados dois dispositivos de bebedouro simultaneamente. A cada tentativa de treino, a haste de um dos dispositivos (sinalizado com o estímulo definido como correto) era girada, elevando-se uma concha até a superfície, permitindo à abelha o acesso ao xarope. Os bebedouros eram posicionados sob uma plataforma de acrílico sobre a qual eram posicionados a caixa de vidro e os estímulos discriminativos.

No presente estudo foi empregada apenas uma concha em cada caixa. A concha fornecia aproximadamente 0,5 ml de xarope. A cada tentativa, o experimentador elevava a concha até o bebedouro sinalizado com o estímulo definido como correto (S+) e mantinha rebaixada a concha do bebedouro sinalizado com o estímulo definido como incorreto (S-). Esse mecanismo permitia que o responder do sujeito fosse controlado apenas pelos estímulos visuais. Uma vez que ambos os dispositivos de bebedouro continham xarope, o responder não poderia ser controlado pela dica olfativa da presença do xarope.

Estímulos discriminativos. Cada estímulo de comparação apresentado no fundo do aparato era formado por duas placas quadradas constituídas por material emborrachado (E.V.A.) medindo 5 cm². Uma das placas era posicionada horizontalmente sobre a base e a outra era posicionada verticalmente formando um ângulo reto (Figura 1). O estímulo modelo era apresentado apenas como uma placa horizontal, localizada na parte frontal do aparato, coincidindo com a abertura na caixa de vidro.

Conforme a padronização de cores HKS-N (K+E Stuttgart, Stuttgart-Feuerbach, Alemanha), foram definidos dois estímulos: um estímulo próximo a 39N (azul para a visão humana) e um estímulo próximo a 3N (amarelo para a visão humana). Os estímulos de comparação eram posicionados sobre um fundo de material plástico cinza, próximo a 92N. O estímulo amarelo e o fundo cinza coincidem com estímulos descritos em um estudo de Hempel de Ibarra, Giurfa e Vorobyev (2003), mas no presente estudo o estímulo azul era um pouco mais “claro” (39N) do que o azul (41N) descrito no referido estudo. A sala experimental era iluminada apenas por luz natural.

Procedimento

A sequência experimental envolvia ensinar cada abelha a voar da colmeia até o equipamento, pousar sobre a área experimental e resolver a tarefa discriminativa.

O experimento era organizado em sessões de aproximadamente sete horas de duração e o trabalho era conduzido com apenas uma abelha por vez. As respostas eram anotadas em protocolos de registro e as sessões eram filmadas.

Identificação do sujeito e modelagem do pouso.

Um pires com xarope era colocado junto à entrada da colmeia. Entre as abelhas que pousavam

sobre o pires e começavam a sugar o xarope, uma delas recebia uma marca sobre o dorso, feita com tinta guache (Pessotti, 1967). O pires era gradualmente deslocado em direção à caixa experimental localizada sobre a mesa. A resposta de voar da abelha identificada com tinta era modelada até que ela passasse a voar consistentemente da colmeia à entrada da caixa de vidro.

Pré-treino de emparelhamento com o modelo

Em toda tentativa, era aplicada uma pequena porção de xarope (aproximadamente 0,1 ml) sobre um estímulo cinza, disposto junto à entrada da caixa de vidro. No interior dessa caixa, próximo ao estímulo disposto junto à entrada, era colocado outro estímulo cinza, apresentando uma porção maior de xarope sobre sua superfície. Desse modo, a abelha aprendia a colher xarope junto ao primeiro estímulo e, em seguida, entrar na caixa e colher xarope junto ao segundo estímulo. A distância entre esses estímulos era gradualmente aumentada até o momento em que o segundo estímulo estivesse posicionado sobre a abertura que dava acesso ao bebedouro de uma das vasilhas com xarope, no fundo da caixa experimental. A abelha podia recolher xarope junto ao segundo estímulo *ad libitum* (a concha ficava na posição levantada). Esse procedimento era repetido até que estivesse adequadamente modelada a cadeia comportamental que consistia em resposta de (1) colher xarope junto ao estímulo cinza na entrada da caixa de vidro; (2) caminhar pelo interior da caixa e colher xarope junto ao dispositivo de bebedouro sinalizado com o segundo estímulo cinza; (3) retornar pelo mesmo caminho, sair da caixa de vidro e voar até a colmeia.

Treino de emparelhamento com o modelo por identidade.

Nessa tarefa foi utilizado apenas um conjunto de estímulos, o conjunto A (azul e amarelo). Eram treinadas as relações de identidade A1A1 (azul-azul) e A2A2 (amarelo-amarelo).

Toda tentativa iniciava com a apresentação de um estímulo modelo junto à entrada da caixa de vidro e, simultaneamente, de dois estímulos de comparação, dispostos no fundo da caixa. Após pousar sobre o estímulo modelo, uma abelha tinha acesso a 0,1 ml de xarope, aproximadamente. A resposta de escolha era definida como tocar um dos dois estímulos de comparação apresentados simultaneamente.

Uma resposta junto ao estímulo de escolha

definido como correto (S+) dava acesso livre ao bebedouro. Uma resposta ao estímulo de comparação definido como incorreto (S-) dava acesso a um bebedouro bloqueado. Nesse experimento, era permitido, durante a mesma visita, que a abelha seguisse do estímulo incorreto até o estímulo correto, tendo acesso ao xarope. Nesse caso, apenas a primeira resposta era registrada (como incorreta). O retorno da abelha à colmeia definia o final da visita.

Eram conduzidos blocos de 10 tentativas de treino em que cada modelo era apresentado em metade das tentativas, em uma sequência semialeatória. Cada estímulo de comparação era posicionado em uma das duas posições com a mesma probabilidade (0,5). Um estímulo de comparação era posicionado na mesma posição em, no máximo, três tentativas consecutivas.

O procedimento era encerrado ao ser atingido um dentre dois critérios: (a) nove acertos em um bloco

de 10 tentativas ou (b) 10 acertos consecutivos. Com abelhas que não atingiram o critério de aprendizagem, o procedimento era encerrado ao final de 200 tentativas. Com algumas abelhas, o treino prosseguiu mesmo depois de ter sido atingido o critério de aprendizagem, o que foi definido apenas para efeito de observação da estabilidade do responder.

RESULTADOS

Quatro dentre cinco abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* e quatro dentre seis abelhas da espécie *Melipona rufiventris* atingiram o critérios de aprendizagem. A Figura 3 apresenta curvas acumuladas de respostas corretas e respostas incorretas no treino de emparelhamento por identidade com cinco abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* e seis abelhas da espécie *Melipona*

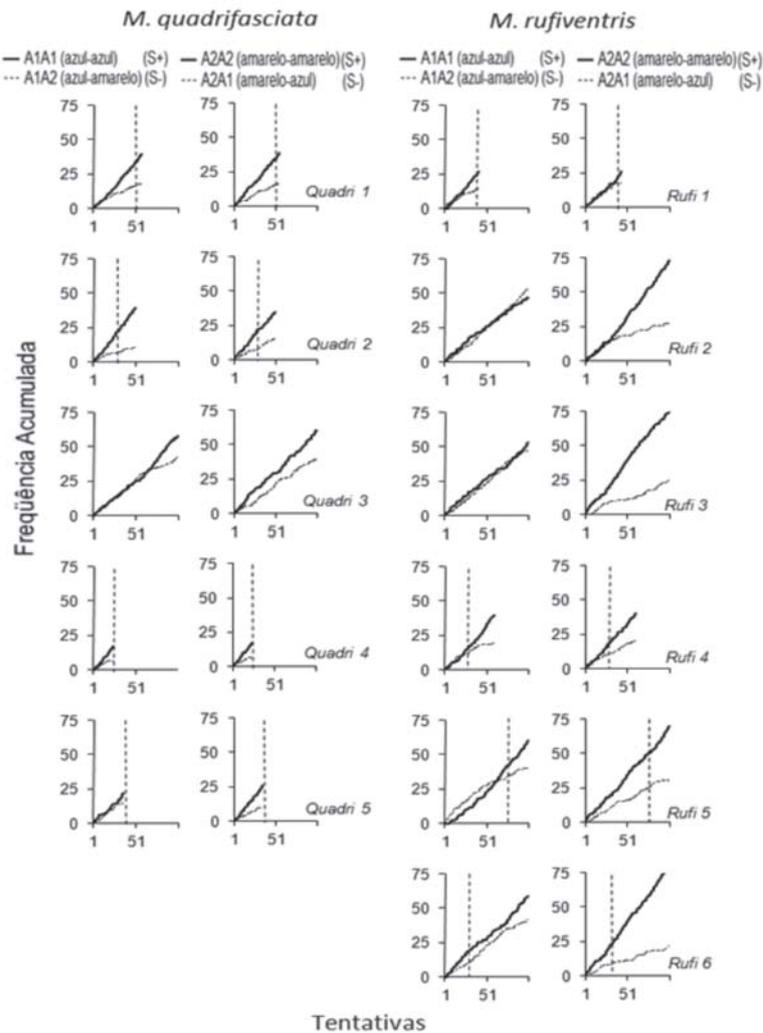


Figura 3. Frequência acumulada de respostas corretas (linha cheia) - A1A1 (azul-azul) e A2A2 (amarelo-amarelo) - e incorretas (linha pontilhada) - A1A2 (azul-amarelo) e A2A1 (amarelo-azul) durante emparelhamento com o modelo por identidade com cinco abelhas da espécie *M. quadrifasciata* (painel esquerdo) e seis abelhas da espécie *M. rufiventris* (painel direito). A linha vertical pontilhada indica o momento do treino em que foi atingido o critério de aprendizagem (pelo menos 9 acertos em um bloco de 10 tentativas).

rufiventris. Entre as abelhas que atingiram o critério, o número de tentativas exigidas para aprender a tarefa variou entre 40 e 142.

Para cada abelha é apresentado um par de gráficos. O da esquerda apresenta curvas de frequência acumulada de respostas corretas e incorretas para as tentativas de treino nas quais o modelo era A1 (azul). O gráfico da direita apresenta curvas de frequência acumulada de respostas corretas e incorretas para as tentativas de treino nas quais o modelo era A2 (amarelo). Em cada gráfico, a linha cheia representa a frequência acumulada de respostas corretas e a linha tracejada representa a frequência acumulada de respostas incorretas. A linha vertical pontilhada indica o momento do treino em que foi atingido o critério de pelo menos nove acertos em um bloco de 10 tentativas.

Para todas as abelhas, cada bloco de tentativas consistia de cinco tentativas de treino da relação de identidade A1A1 e cinco tentativas de treino da relação de identidade A2A2, distribuídas em ordem semialeatória. Apenas para efeito de análise, as curvas de frequência acumulada de respostas corretas e incorretas no treino das relações de identidade foram apresentadas separadamente.

A abelha Quadri 1 atingiu o critério de nove acertos em 10 tentativas depois de 100 tentativas. Desde o início do treino, as curvas começaram a se separar, com a curva acumulada de respostas ao S+ (preta) apresentando aceleração positiva constante e a curva de respostas ao S- apresentando aceleração negativa. As curvas acumuladas mostram a mesma tendência para outras três *M. quadrifasciata*. As abelhas Quadri 2 e Quadri 4 atingiram o critério de aprendizagem depois de 40 tentativas. A abelha Quadri 5 atingiu o critério depois de 70 tentativas. Portanto, essas quatro *M. quadrifasciata* aprenderam as relações de identidade treinadas.

Um resultado diferente foi obtido com a abelha Quadri 3, para a qual o treino foi encerrado depois de 200 tentativas, sem que fosse atingido o critério de aprendizagem. Apesar de não ter atingido o critério, as curvas mostram aceleração positiva na presença do S+, enquanto respostas incorretas resultam em curvas acumuladas características de fases iniciais de extinção, indicadas pela tendência a aceleração negativa.

Entre as *M. rufiventris*, as abelhas Rufi 1, Rufi 4 e Rufi 6 atingiram o critério de aprendizagem depois de 60, 50 e 60 tentativas, respectivamente (pelo critério de nove acertos em 10 tentativas). A

Rufi 5 também atingiu o critério de aprendizagem, mas apenas depois de 142 tentativas de treino (pelo critério de 10 acertos consecutivos).

Para as abelhas Rufi 2 e Rufi 3, o treino foi encerrado sem que fosse atingido o critério de aprendizagem, depois de 200 tentativas. Para essas duas abelhas, podem-se observar curvas de aquisição semelhantes. Em tentativas de treino da relação de identidade A1A1, a curva de respostas corretas sobrepõe-se à curva de respostas incorretas; por outro lado, em tentativas de treino da relação A2A2, a curva de respostas corretas destaca-se claramente da curva de respostas incorretas. Ou seja, quando o modelo era azul, essas abelhas respondiam aos comparações azul (S+) e amarelo (S-) com a mesma probabilidade. Por outro lado, se o modelo era amarelo, a probabilidade de escolha do estímulo de comparação correto (amarelo) era consideravelmente maior do que a probabilidade de escolha do comparação incorreto (azul).

Para a abelha Rufi 4, a proporção de respostas corretas em tentativas de treino da relação A1A1 foi semelhante à proporção de respostas corretas em tentativas de treino da relação A2A2. Contudo, as abelhas Rufi 5 e Rufi 6, que atingiram o critério de aprendizagem, apresentaram um padrão de respostas semelhante ao das abelhas Rufi 2 e Rufi 3, que não aprenderam a tarefa, no sentido de que a proporção de acertos em tentativas de treino da relação A2A2 era sempre maior que a proporção de acertos em tentativas de treino da relação A1A1.

Visando verificar se teria ocorrido controle por posição, foi conduzida uma análise da distribuição de respostas ao estímulo da esquerda e da direita, independentemente da cor, e verificou-se que não houve diferença na proporção de respostas (dados não apresentados).

As quatro abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* que aprenderam a tarefa atingiram o critério de pelo menos nove acertos em 10 tentativas depois de 62,5 tentativas, em média. As quatro abelhas da espécie *Melipona rufiventris* que aprenderam a tarefa atingiram o mesmo critério depois de 78 tentativas, em média.

Considerando-se o total de respostas ao longo do treino de todas as abelhas de cada grupo, verifica-se que tanto o Grupo *Melipona quadrifasciata* quanto o Grupo *Melipona rufiventris* apresentaram proporções de respostas corretas estatisticamente significativas ($p < 0,01$), de acordo com o Teste de Hipótese de Comparação de Proporções (Bussab, & Morettin, 1987).

Entre as duas espécies, não foi encontrada diferença significativa entre as proporções de respostas corretas ($p < 0,05$), de acordo com o teste de Intervalo de Confiança para a Proporção Populacional (Bussab, & Morettin, 1987).

DISCUSSÃO

A maioria dos sujeitos das duas espécies de *Melipona* aprendeu duas discriminações condicionais por identidade, o que estende a generalidade dos dados sobre aprendizagem relacional em não-humanos (Barros et al., 2002; Brown et al., 1998; Cumming, & Berryman, 1961; Giurfa et al., 2001).

Para a maioria das abelhas, a aprendizagem era estabelecida depois de poucas horas de treino. Esses resultados de treino são comparáveis aos dados de Giurfa et al. (2001), com abelhas da espécie *Apis mellifera*. Naquele estudo, o treino de emparelhamento por identidade entre estímulos visuais consistia de apenas 60 tentativas. Ao final daquele treino, a proporção de respostas corretas era de aproximadamente 70%. Deve-se ressaltar que os resultados do presente estudo não representam desempenho de emparelhamento por identidade generalizada, como no estudo de Giurfa et al. (2001), uma vez que apenas duas relações de identidade foram treinadas.

Os dados sugerem uma importante diferença no desempenho entre as duas espécies de melíponas no que concerne ao padrão de escolhas. Quatro dentre seis *M. rufiventris* (Rufi 2, Rufi 3, Rufi 5 e Rufi 6) apresentaram responder que indica acentuada preferência por amarelo. Rufi 2 e Rufi 3 (que não atingiram o critério de aprendizagem) apresentaram um padrão de respostas que indica ter sido estabelecido algum tipo de controle condicional, embora impreciso. Quando o modelo era amarelo, essas abelhas escolhiam o comparação amarelo (correto), em vez de azul, com alta probabilidade. Quando o modelo era azul, essas abelhas escolhiam azul (S+) ou amarelo (S-) com a mesma frequência. Portanto, embora houvesse uma clara preferência pelo estímulo amarelo, a escolha desse estímulo era muito mais provável quando o estímulo modelo era amarelo. Ou seja, esse responder não pode ser interpretado como uma discriminação simples, embora não seja possível identificar que topografias de controle discriminativo foram estabelecidas com essas abelhas.

No estudo de Giurfa et al. (2001), com abelhas da espécie *Apis mellifera*, os autores relataram dados

indicando que no treino das relações de identidade azul-azul e amarelo-amarelo não havia preferência inicial significativa por uma das cores.

Pessotti e Carli-Gomes (1981) conduziram um estudo comparando o desempenho discriminativo nas espécies *Melipona quadrifasciata anthidioides*, *Melipona rufiventris* e *Apis mellifera adansonii*. Os estímulos utilizados foram cores (azul e amarelo), luzes (lâmpada acesa e lâmpada apagada) e formas (“estrela” e “quadrado”). Para as três espécies, os melhores desempenhos foram obtidos em uma tarefa de discriminação entre cores. Mas, para nenhuma das espécies, os dados indicaram preferência inicial significativa por azul ou por amarelo. No estudo de Pessotti (1981), com abelhas da espécie *Melipona rufiventris*, o autor não relata preferência por azul ou por amarelo nessa espécie.

Existem estudos comparativos sobre visão em abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera*. Por exemplo, Menzel, Ventura, Werner, Joaquim e Backhaus (1989) mostraram que as melíponas discriminam melhor na região verde-azulada do espectro, enquanto as *Apis* discriminam melhor na região do amarelo, violeta e ultravioleta. Contudo não se encontram outros estudos que indiquem uma possibilidade de interpretar a preferência por amarelo em *Melipona rufiventris* no presente estudo.

Em um procedimento de emparelhamento com o modelo define-se *resposta de observação* como uma resposta ao estímulo modelo que produz os estímulos de comparação (Kelleher, 1958; Wyckoff, 1952). A exigência dessa resposta ao modelo tipicamente torna o desempenho mais acurado (Eckerman, Lanson, & Cumming, 1968). Uma variável que não foi sistematicamente controlada no presente estudo foi a exigência de resposta ao modelo. Uma pequena porção de xarope era disposta sobre o modelo no início da tentativa, mas, de fato, essa resposta junto ao modelo (consumir essa pequena porção de xarope) não era uma exigência para a continuação da tentativa. Na prática, essa resposta ocorria em quase todas as tentativas, uma vez que a porção de xarope era posicionada exatamente junto à entrada da caixa experimental. Mesmo assim, foram observadas tentativas nas quais as abelhas entravam pela caixa experimental andando por uma parede lateral, em vez de entrar caminhando pelo piso, deixando para trás a porção de xarope disposta sobre o estímulo modelo. É possível,

portanto, que apenas a resposta de pousar sobre o estímulo modelo tenha sido insuficiente para garantir um controle de estímulos eficiente.

Cooke et al. (2007) também usaram um procedimento no qual uma pequena quantidade de xarope era disposta sobre o estímulo definido como modelo. Após consumir essa pequena quantidade, a abelha podia seguir até um dos estímulos de comparação e consumir uma quantidade maior de xarope. Contudo, esses autores também não investigaram sistematicamente o papel desse recurso experimental na aquisição das discriminações condicionais: todas as abelhas daquele estudo passaram pelo mesmo procedimento.

Uma característica a ser destacada do responder no aparato utilizado neste estudo diz respeito ao intervalo entre a resposta ao modelo e a resposta a um dos estímulos de comparação. Por um lado, o procedimento de emparelhamento nesse aparato pode ser interpretado como um procedimento de emparelhamento simultâneo com o modelo. As paredes caixa experimental eram de vidro transparente: enquanto ainda se aproximava da caixa experimental, uma abelha podia ver todos os estímulos da tentativa – o estímulo modelo e os dois estímulos de comparação. Um desempenho acurado nessa situação pode ser interpretado como uma simples aprendizagem de quatro “configurações” de estímulos, que poderiam ser descritas como $A1A1*A2$, $A1A2A1*$, $A2A1A2*$, $A2A2*A1$, onde o primeiro termo indica o modelo e termo seguido de um asterisco indica o comparação correto (Kamil, & Sacks, 1972)

Por outro lado, o procedimento pode ser interpretado como um procedimento de emparelhamento atrasado se considerarmos que uma abelha não tem mais o modelo sob o campo de visão no momento em que está caminhando dentro caixa experimental e se dirigindo a um dos estímulos de comparação. Ainda assim, poderia ser sugerido que a abelha “decide” a qual estímulo de comparação vai se dirigir enquanto ainda está respondendo ao estímulo modelo. No entanto, foi observado, em muitas tentativas, que algumas abelhas inicialmente percorriam um trajeto em direção a um dos estímulos de comparação e, em seguida, “desviavam” em direção ao outro estímulo de comparação, o que sugere que a “decisão” sobre um dos estímulos de comparação não era definida na presença do estímulo modelo. Pode-se interpretar que, topografias de resposta desse tipo indicam que, nesses casos, a abelhas estavam

sob controle tanto do estímulo modelo quanto dos estímulos de comparação. Topografias do tipo “desvios” eram observadas frequentemente quando alguma aprendizagem começava a ser estabelecida, mas nunca eram observadas em treinos que não estavam produzindo aprendizagem.

Outra topografia de resposta bastante curiosa ocorria em relação ao estímulo modelo. Em algumas tentativas, uma abelha começava a caminhar em direção ao fundo da caixa experimental, mas, então, retornava até o estímulo modelo, andava sobre esse estímulo e, a seguir, voltava a caminhar em direção aos estímulos de comparação. Respostas desse tipo foram relatadas no estudo de Srinivasan et al. (1998), no qual as abelhas eram ensinadas a relacionar um aroma na entrada de uma câmara a uma dentre duas cores, apresentadas como estímulos de comparação em uma segunda câmara:

abelhas treinadas nessa tarefa às vezes hesitavam em escolher uma cor na Câmara B, então retornavam à entrada da Câmara A e examinavam o recipiente com a antena estendida, como para provar o aroma mais uma vez, antes de retornar à Câmara B e tomar sua decisão (p. 636)¹.

Deve-se ressaltar que os dados do presente estudo demonstraram apenas o estabelecimento de duas relações de identidade: a escolha de amarelo, dentre duas alternativas, amarelo e azul, quando amarelo era o modelo e a escolha da alternativa azul, quando o modelo era azul. Esse desempenho não permite afirmar que as escolhas ocorreram sob a propriedade de igualdade entre estímulos ou se ocorreu sob controle de meras configurações de estímulos (ver Figura 1), conforme sugerem análises como as de Iversen, Sidman e Carrigan (1986).

Para demonstrar que os sujeitos responderam à propriedade abstrata de igualdade seria necessário conduzir um teste de identidade generalizada, com estímulos inéditos. Não obstante, assumindo-se que o comportamento simbólico depende fundamentalmente do estabelecimento de relações condicionais entre estímulos. O repertório estabelecido nos sujeitos do presente estudo pode ser descrito, nos termos de Galvão et al. (2008), como um repertório comportamental

¹ “*Bees trained on this task sometimes hesitate to choose a colour in chamber B, then return to the entrance of chamber A and hover in front of the scented vial with extended antennae, as if to sample the scent once more, before returning to chamber B to make their choice*”.

pré-simbólico. Estudos futuros são necessários para confirmar e estender os achados de relações de identidade, identidade generalizada e relações arbitrárias com abelhas, o que permitirá identificar possíveis condições experimentais necessárias e suficientes para o estabelecimento desses repertórios. A comparação dos dados produzidos nesses estudos com dados produzidos com outros modelos animais poderia, então, facilitar a identificação de quais repertórios comportamentais são relevantes para o estabelecimento de um repertório mais complexo, como o comportamento simbólico, e em que condições pode ser estabelecido.

Os resultados do presente estudo indicaram que o procedimento desenvolvido nesta pesquisa é adequado para o estabelecimento de relações de identidade em melíponas. Estudos futuros deverão investigar o uso de novos conjuntos de estímulos em treinos discriminativos com melíponas, o que pode ser importante para definir novos protocolos de treino de identidade e teste de identidade generalizada.

REFERÊNCIAS

- Alessi, G. (1987). Generative strategies and teaching for generalization. *The Analysis of Verbal Behavior*, 5, 15-27.
- Barros, R. S., Galvão, O. F., & McIlvane, W. (2002). Generalized identity matching-to-sample in *Cebus apella*. *The Psychological Record*, 52, 441-460.
- Bates, E., (1979). *The emergence of symbols: Cognition and communication in infancy*. New York: Academic Press.
- Brown, M. F., McKeon, D., Curley, T., Weston, B., Lambert, C., & Lebowitz, B. (1998). Working memory for color in honeybees. *Animal Learning & Behavior*, 26, 264-271.
- Bussab, W. O., & Morettin, P. A. (1987). *Estatística básica*. 4ª. Ed. São Paulo: Atual Editora.
- Cooke, M. H., Couvillon, P. A., & Bitterman, M. E. (2007). Delayed symbolic matching in honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Comparative Psychology*, 121, 106-108.
- Cumming, W. W., & Berryman, R. (1961). Some data on matching behavior in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 281-284.
- Eckerman, D. A., Lanson, R. N., & Cumming, W. W. (1968). Acquisition of matching to sample without a required observing response. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 11, 435-441.
- Galvão, O. F., Soares Filho, P. S. D., Barros, R. S., & Souza, C. B. A. (2008). Matching-to-sample as a model of symbolic behavior for bio-behavioral investigations. *Reviews in Neurosciences*, 19, 149-156.
- 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.
- Hempel de Ibarra, N., Giurfa, M., & Vorobyev, M. (2002). Discrimination of coloured patterns by honeybees through chromatic and achromatic cues. *Journal of Comparative Physiology A*, 188, 503-512.
- Herman, L. M., & Gordon, J. A. (1974). Auditory delayed matching in the bottlenose dolphin. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21, 19-26.
- Herman, L. M., Hovancik, J. R., Gory, J. D., & Bradshaw, G. L. (1989). Generalization of visual matching by a bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*): Evidence for invariance of cognitive performance with visual and auditory materials. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 124-136.
- 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.
- Kastak, D., & Schusterman, R. (1994). Transfer of visual identity matching-to-sample in two California sea lions (*Zalophus californianus*). *Animal Learning & Behavior*, 22, 427-435.
- Katz, J. S., & Wright, A. A. (2008). Matching-to-sample abstract-concept learning by pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 178-188.
- Kelleher, R. T. (1958). Stimulus-producing responses in chimpanzees. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 87-102.
- Keller, F. S., & Schoenfeld, W. N. (1950). *Principles of psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Kelly, S., Green, G., & Sidman, M. (1998). Visual identity matching and auditory-visual matching: A procedural note. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 31, 237-243.

- Levin, G. R., & Maurer, D. M. (1969). The solution process in children's matching-to-sample. *Developmental Psychology, 1*, 679-690.
- Lima, M. E. A. C., Barros, R. S., Dahás, L. J. S., Cruz, A. P. C., Bezerra, D. S., & Galvão, O. F. (2007). Discriminação simples e pareamento ao modelo por identidade com estímulos tridimensionais em macacos-prego (*Cebus apella*). *Acta Comportamental, 15*, 5-20.
- 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*, 151-164.
- Oden, D. L., Thompson, R. K., & Premack, D. (1988). Spontaneous transfer of matching by infant chimpanzees. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 14*, 140-145.
- Pack, A. A., Herman, L. M., & Roitblat, H. L. (1991). Generalization of visual matching and delayed matching by a California sea lion (*Zalophus californianus*). *Animal Learning & Behavior, 19*, 37-48.
- Peña, T., Pitts, R., & Galizio, M. (2006). Identity matching-to-sample with olfactory stimuli in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 85*, 203-221.
- Pessotti, I. (1967). 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). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Pessotti, I. (1981). Aprendizagem em abelhas. VI – Discriminação condicional em *Melipona rufiventris*. *Revista Brasileira de Psicologia, 41*, 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*, 667-672.
- Saunders, R. R., & Sherman, J. A. (1986). Analysis of the "discrimination-failure hypothesis" in generalized matching and mismatching behavior. *Analysis and Intervention in Developmental Disabilities, 6*, 89-107.
- Srinivasan, M. V., Zhang, S. W., & Zhu, H. (1998). Honeybees link sights to smells. *Nature, 396*, 637-638.
- Stromer, R. L., & Stromer, J. B. (1989). Children's identity matching and oddity: Assessing control by specific and general sample-comparison relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 51*, 47-64.
- Wasserman, E. A., Hugart, J. A., & Kirkpatrick-Steger, K. (1995). Pigeons show same-different conceptualization after training with complex visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 21*, 248-252.
- Wyckoff Jr., L. B., (1952). The role of observing responses in discrimination learning: Part I. *Psychological Review, 59*, 431-442.