

# Aprendizagem em abelhas. I - Discriminação simples em onze espécies.

Isaias Pessotti (1)

Ana Maria Lé'Sénéchal (2)

## Resumo

Foram atribuídas notas de capacidade de aprendizagem de uma discriminação simples a onze espécies de abelhas sociais. Cada espécie foi representada por 10 abelhas escolhidas ao acaso e treinadas individualmente. O treino incluiu modelagem de pouso sobre o aparelho experimental, aquisição da discriminação e extinção. Os estímulos eram as cores amarela e azul. Para cada espécie, cinco abelhas recebiam alimento se escolhessem o azul e outras cinco se escolhessem amarelo. Após setenta escolhas não era mais obtido alimento e o registro do comportamento prosseguia até se obter uma pausa mínima de 30 minutos. Foram confrontadas as médias de acertos e de acertos consecutivos após o último erro e as médias de respostas na extinção efetuadas por cada espécie. Diferentes critérios de atribuição de notas de aprendizagem foram apresentados.

Para comparar o rendimento de diferentes espécies de Apidae num processo de aprendizagem, foi desenvolvida uma técnica (Pessotti, 1962), para o treino de discriminação simples entre dois estímulos discriminativos coloridos simultâneos. Com essa técnica foram estudadas várias espécies que a seguir foram ordenadas segundo índices de rendimento na aprendizagem (Pessotti, 1967). A hierarquia desses índices mostra alguma coincidência com uma escala de índices de evolução filogenética (Kerr, 1969) de vários gêneros e espécies de Apidae.

O presente trabalho confronta dados referentes a onze espécies submetidas aos mesmos controles experimentais, das quais cinco foram objeto de trabalhos precedentes (Pessotti, 1967; Pessotti & Lé Sénéchal, 1971).

As seis espécies estudadas mais recentemente pertencem a diferentes gêneros: duas ao gênero *Trigona*, três ao gênero *Melipona* e uma ao gênero *Apis*.

A comparação das espécies ou gêneros diferentes submetidos aos mesmos estímulos e

controles experimentais pode implicar pelo menos dois problemas importantes: as diferenças de mecanismos de percepção ou de estruturas orgânicas relevantes para a aprendizagem pretendida e as eventuais preferências espécie-específicas por um ou por outro estímulo discriminativo.

Quanto ao primeiro problema Michener (1974) afirma, após uma exaustiva revisão de importantes textos, que não há razão para crer que o equipamento sensorial seja muito diverso entre as espécies de Apidae mesmo que se confrontem gêneros muito diferentes como *Apis* e *Bombus*. Sabe-se, ademais, que "é difícil indicar qualquer aspecto da estrutura, desenvolvimento, ou fisiologia que não se encontra tanto em abelhas sociais como em abelhas solitárias". (Michener, 1974).

Essas considerações permitem supor que a dificuldade do problema da discriminação simples entre duas cores simultaneamente apresentadas, não é muito diferente, de uma espécie a outra dos Apidae no que se refere às estruturas nervosas e sensoriais envolvidas no treino.

Quanto ao segundo problema: a eventual "preferência" de uma espécie (ou gênero) por uma das duas cores empregadas como estímulos discriminativos, pouco se conhece. Entretanto neste estudo cada espécie foi representada por dois grupos de abelhas, um tendo uma das cores, amarelo, como estímulo positivo e outro tendo a cor azul com essa função enquanto a cor restante em ambos os grupos era empregada como estímulo negativo. Desse modo os escores ou médias finais obtidas por cada espécie equilibra os efeitos de eventuais preferências por uma das cores utilizadas, já que em cada espécie, metade dos sujeitos seria favorecida e a outra metade seria pre-

(1) — Universidade de São Paulo, São Paulo.

(2) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

judicada no caso de existir tal preferência. As onze espécies estudadas são :

*Melipona marginata*, *Apis mellifera caucasica*  
*Melipona semi-nigra merrillae*, *Melipona quadrifasciata quadrifasciata*, *Melipona rufiventris*,  
*Melipona quadrifasciata anthidioides*, *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera sicula*, *Melipona subnitida*, *Scaptotrigona postica*, *Frieseomelitta varia*.

## MÉTODOS

**SUJEITOS** — Para cada espécie foram estudadas 10 abelhas operárias, campeiras, adultas, marcadas com manchas coloridas, e treinadas separadamente. Os 10 sujeitos foram divididos em dois grupos de cinco: para o primeiro empregava-se azul como SD (estímulo discriminativo em cuja presença a resposta era reforçada) e amarelo como S delta (estímulo discriminativo em cuja presença a resposta não era seguida de reforço). Para o segundo grupo empregava-se amarelo como SD e azul como S delta. No curso do treinamento, alternavam-se os sujeitos de modo que, após um sujeito do primeiro grupo treinava-se um do segundo. A colméia estava instalada no interior de uma sala, junto de uma janela, que permitia vôos das abelhas, para dentro e para fora da sala.

**APARELHO** — Usou-se uma vasilha de fundo retangular (Fig. 1) com comprimento de 14cm por 7cm e com 4cm de altura em todos os lados, contendo alimento líquido. Essa vasilha é fechada completamente na parte superior por uma tampa de alumínio plana, retangular, paralela à superfície do fundo. A tampa retangular corresponde a dois quadrados de 7cm por 7cm. Na parte central de cada quadrado, a tampa é perfurada por um grupo de orifícios em forma de cruz. Por esses orifícios podem as abelhas introduzir a glossa em busca de alimento. Sob a tampa, um mecanismo simples permitia tornar acessível o alimento sob qualquer dos dois grupos de orifícios que a perfuram; quando sob um dos grupos o alimento era aproximado da tampa, sob o outro era removido, ficando inacessível sob esse. Nas fases de Aquisição e Extinção, usou-se o aparelho descrito acima, com dois complementos; duas

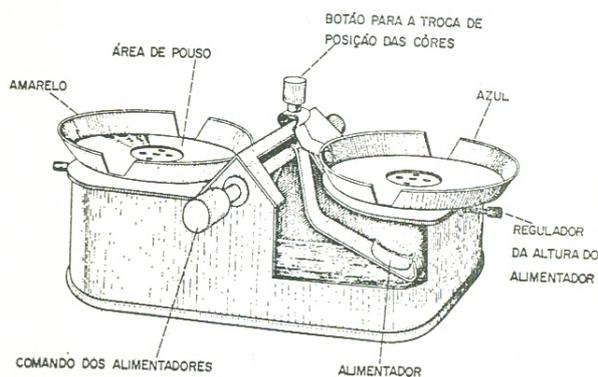


Fig. 1 — Aparelho experimental.

pequenas bandejas circulares de material plástico com fundo plano e circular de 6cm de diâmetro. O fundo de cada bandeja (uma azul e outra amarela) é recortado por um furo circular de 2,5cm de diâmetro. As cores das duas bandejas correspondem ao estímulo positivo (SD) ou ao negativo (SΔ). Quando SD era azul, SΔ era amarelo, e vice-versa. As bandejas, diferentes em cor são iguais em material, cheiro, formas e dimensões.

**DEFINIÇÕES** — Considera-se uma resposta (R) o pouso do sujeito sobre qualquer ponto da tampa do aparelho, precedido de vôo e seguido de introdução da glossa em qualquer dos orifícios da tampa. Considerava-se acerto, a resposta que ocorresse na área de pouso situada no centro da bandeja de cor SD. Qualquer acerto que ocorresse, após a remoção do reforço, era considerada uma resposta de resistência à extinção (RE). Eram registradas como erros as respostas emitidas junto à cor adotada como SΔ.

**PROCEDIMENTOS, MODELAGEM** — a) colocava-se junto à porta da colméia o aparelho sem as bandejas, contendo gotas de alimento, água açucarada com 60% de açúcar, sobre a tampa. Algumas abelhas vinham até o aparelho e ingeriam essas gotas. Enquanto se alimentavam eram marcadas cerca de cinco abelhas com manchas coloridas feitas sobre o dorso do tórax, a pincel. O aparelho era progressivamente distanciando da colméia, em direção ao interior da sala, de modo que as abelhas deviam efetuar vôos da colméia ao aparelho e vice-versa. A posição final desse distava 1,0m da

colméia. Permitia-se que as abelhas obtivessem alimento em qualquer dos orifícios, até que a frequência das visitas ao aparelho fosse suficientemente alta, aproximadamente uma cada 2 minutos. Durante um período de 30 minutos, em média, as abelhas obtinham alimento em um ou outro lado do aparelho, alternadamente, até completarem 10 visitas.

**AQUISIÇÃO** — a) colocavam-se sobre a tampa do aparelho as duas bandejas coloridas e logo que uma das abelhas marcadas realizasse uma resposta certa ou errada as demais eram capturadas. Apenas todas as respostas certas eram reforçadas e as posições das bandejas eram alternadas segundo uma seqüência de período de 15 a 10 minutos, ordenados ao acaso. Antes das trocas de posição as duas bandejas eram esfregadas com um pano úmido. Acertos e erros eram anotados, em intervalos de 5 minutos até o total de 70 respostas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas certas de cada sujeito foram agrupadas em sete blocos sucessivos de dez respostas e para cada espécie foram somados os escores dos 10 sujeitos em cada bloco. A coluna A da tabela 1 resume esses resultados. Na coluna B constam os totais de acertos de cada espécie durante toda a fase de aquisição (70) tentativas.

Desses acertos, alguns eram entremeados por erros, mas quase todas as abelhas, nos últimos blocos de 10 tentativas efetuavam apenas acertos. É o que ilustra a coluna C da tabela, que registra os totais de acertos consecutivos de cada espécie após o último erro de cada sujeito.

Os totais erros de cada espécie estão registrados na coluna D. Dentre esses erros alguns foram efetuados quando a cor positiva

**TABELA 1** — Totais obtidos pelas onze espécies em diferentes medidas de aquisição e extinção de uma discriminação simples entre duas cores (azul e amarelo)

Espécies	A							B	C	D	E	F
	Acertos por blocos de 10 tentativas							Total acertos	Acertos finais	Total erros	% erros SD-amarelo	Respostas na extinção
	1	2	3	4	5	6	7					
<i>marginata</i>	75	94	99	99	100	100	100	667	589	33	27	172
<i>caucasica</i>	65	84	92	98	100	99	100	638	515	62	16	300
<i>merrilae</i>	80	88	98	97	98	99	100	661	464	39	23	106
<i>quadrifasciata</i>	81	91	96	93	97	97	100	654	439	46	72	249
<i>rufiventris</i>	79	85	90	92	96	97	100	639	397	61	43	190
<i>anthidioides</i>	57	78	86	89	98	99	98	606	404	94	61	271
<i>ligustica</i>	66	74	83	91	87	97	94	592	412	108	01	318
<i>sicula</i>	61	76	84	85	93	97	100	596	366	104	27	277
<i>subnitida</i>	72	82	84	91	89	91	94	603	349	97	78	198
<i>postica</i>	62	83	88	92	91	96	98	610	249	90	67	180
<i>varia</i>	61	81	85	89	90	95	98	598	261	102	46	173

(SD) era amarelo, outros quando era azul, as porcentagens de erros quando a cor positiva era amarela, estão contidas na coluna E. Uma baixa porcentagem nessa coluna indicaria uma menor atratividade da outra cor, o azul.

As respostas emitidas por cada sujeito durante a fase de extinção foram somadas às dos demais sujeitos da espécie: a coluna F registra a soma de tais respostas, para cada uma das 11 espécies estudadas.

Na tabela 2, constam médias e notas atribuídas às várias espécies. A coluna A registra a média de acertos dos dez sujeitos de cada espécie. Os acertos consecutivos após o último erro (acertos finais) convertidos em médias, estão contidos na coluna B. Ambas essas colunas contêm dados considerados positivos para o cálculo da nota de aprendizagem de cada espécie.

Os dados negativos, constituídos pelas médias de erros estão na coluna C.

As médias da coluna D correspondem aos totais de respostas emitidas por cada espécie durante a extinção e refletem o grau de insistência das abelhas em retornar à cor previamente acompanhada pela presença de alimento. Pode-se considerar tal insistência como um dado negativo pois que significam trabalho supérfluo. Mas se se considera que uma resistência maior à extinção indica uma aprendizagem mais duradoura, os dados da coluna C teriam significação positiva para o cálculo da "nota de aprendizagem" das espécies.

Assim para cada nota, seriam contados como positivos os dados das colunas A e B e como negativos os da coluna C, resultando então uma soma algébrica cujo total poderia ser considerado a nota final da espécie sem se

TABELA 2 — Médias e notas obtidas por onze espécies de abelhas de diversas medidas de aquisição e extinção de uma discriminação simples

Espécies	A	B	C	D	E	F	G
	Médias de acertos	Médias acertos finais	Médias de erros	Médias respostas extinção	Notas somente aquisição	Notas com extinção negativa	Notas com extinção positiva
marginata	66,7	58,9	3,3	17,2	122,3	105,1	142,4
caucasica	63,8	51,5	6,2	30,0	109,1	79,1	139,1
merrillae	66,1	46,4	3,9	10,6	108,6	98,0	119,2
quadrifasciata	65,4	43,9	4,6	24,9	104,7	79,8	129,6
rufiventris	63,9	39,7	6,1	19,0	97,5	78,5	116,5
anthidioides	60,6	40,4	9,4	27,1	91,6	64,5	118,7
ligustica	59,2	41,2	10,8	31,8	89,6	57,8	121,4
sicula	59,6	36,6	10,4	27,7	85,8	58,1	113,5
subnitida	60,3	34,9	9,7	19,8	85,5	65,7	105,3
postica	61,0	24,9	9,0	18,0	76,9	58,9	94,9
varia	59,8	26,1	10,2	17,3	75,7	58,4	93,0

levar em conta os resultados referentes à resistência à extinção (coluna D). As notas finais atribuídas com esse critério compõem a coluna E. Se no critério de avaliação se incluírem os dados sobre resistência à extinção (coluna D), ao total da soma algébrica mencionada poderão ser adicionados ou subtraídos os dados da coluna D. Se a resistência à extinção receber conotação negativa resultarão as notas finais da coluna F e se for considerada positiva a resistência à extinção, serão obtidas as notas da coluna G.

A tabela 1 mostra o aumento do número de acertos de cada espécie nos sete blocos de 10 tentativas e o gráfico 2 confronta as notas de várias espécies estudadas com escores atribuídos a algumas delas em estudos de evolução filogenética, com critérios anatômicos, morfológicos e ecológicos (Kerr, 1969).

A tabela 3 reúne dados sobre preferências das espécies por uma ou outra cor. Uma espécie que apresenta mais erros quando a cor positiva é amarela, demonstra uma tendência para preferir o azul e vice-versa. Pode-se notar, pela tabela 1, que todas as espécies atingem altos escores de acertos já no segundo

TABELA 3 — Porcentagens de erros quando a cor positiva é amarelo, (escolhas da cor errada — azul)

Espécies	Porcentagens de erros no azul
<i>M. subnitida</i>	78
<i>M. quadrifasciata</i>	72
<i>S. postica</i>	67
<i>M. anthidioides</i>	61
<i>F. varia</i>	46
<i>M. rufiventris</i>	43
<i>M. marginata</i>	27
<i>A. m. sicula</i>	27
<i>M. s. merrillae</i>	23
<i>A. m. caucasica</i>	16
<i>A. m. ligustica</i>	01

Aprendizagem...

bloco de 10 tentativas, indicando que um total de 70 escolhas é mais que suficiente para se avaliar o rendimento das espécies na aquisição da discriminação.

Nota-se também que as espécies que, em média, desistem mais cedo de procurar alimento na cor errada são as *marginata* e as *caucasica* (acertos finais); mas enquanto as primeiras desistem rapidamente de procurar alimento durante a extinção a segunda gasta considerável trabalho insistindo em buscar xarope na cor que fora certa (respostas na extinção).

A tabela 2 mostra superioridade das *marginata* sobre todas as demais espécies qualquer que seja o critério obedecido para calcular as notas finais de aprendizagem. De certo modo as *varia* mostram ser a espécie menos eficiente na aprendizagem solicitada.

Embora os controles executados assegurem o rendimento final das espécies não seja distorcido por eventuais preferências por uma das cores, a tabela 3 mostra claramente que algumas espécies erram mais quando a cor certa (SD) é amarela, por preferirem o azul. Esse resultado é óbvio para *subnitida* e *quadrifasciata*, por exemplo, enquanto as *ligustica* e *caucasica*, entre outras, exibem clara preferência por amarelo.

#### CONCLUSÃO

O resultado mais claro deste trabalho é a superioridade de *M. marginata* sobre as demais espécies e a clara inferioridade de *F. varia*, na aprendizagem de discriminação simples.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as sugestões do Prof. Dr. W. E. Kerr, o apoio da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e a ajuda financeira da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

#### SUMMARY

The ability to learn a simple discrimination between two colors yellow and blue, was measured in eleven species of social bees and marks were attributed to each species on the basis of the mean number of correct choices, number of correct choices after the

last error, and number of responses during extinction. Several criteria for attributing such marks are presented. The training procedure included Shaping of the response of "landing" on the apparatus, differential reinforcement associated with yellow, for five bees, or blue for five other bees of each species, and extinction by removal of food. Each bee was trained individually through 70 choices between two small colored dishes and then submitted to extinction until 30 minutes pause was made.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KERR, W.E.

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

MICHENER, C.D.

1974 — *The social behavior of the bees*. Cambridge, Mass., Knap Press, of Harvard Univ. Press.

PESSOTTI, I.

1962 — Discriminação em *Apis mellifera* sob CRF e extinção experimental. Comunicação à XIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Curitiba, Paraná.

1967 — Aprendizagem de discriminação como um critério de classificação de abelhas. *Rev. Interamer. de Psicol.*, 1 (3): 177-187.

PESSOTTI, I. & LE SÉNÉCHAL, A.M.

1971 — Discriminação de cores e extinção em *Melipona quadrifasciata anthidioides*. Comunicação à XXIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Curitiba, Paraná.

(Aceito para publicação em 17/07/80)